

PHILOSOPHIA SCIENTIÆ

GILLES GASTON GRANGER

Vérité et convention

Philosophia Scientiæ, tome 1, n° 1 (1996), p. 3-19

http://www.numdam.org/item?id=PHSC_1996__1_1_3_0

© Éditions Kimé, 1996, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Philosophia Scientiæ* » (<http://poincare.univ-nancy2.fr/PhilosophiaScientiae/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

Vérité et convention

Gilles Gaston Granger

Collège de France

Résumé. – Y-a-t-il place pour des conventions dans les sciences ? Le conventionnalisme intempérant d'un E. Le Roy, que récuse Poincaré, affirme que tout est convention dans la science, et que par conséquent il n'y a point de *vérités*. On se propose de reconnaître les fonctions diverses des conventions dans la connaissance scientifique, et de montrer que, bien que ne se situant pas sur le plan de la vérité, elles n'altèrent pas le statut de vérité des énoncés scientifiques. On examinera d'abord deux traits essentiels de la convention : son caractère *intersubjectif*, et son caractère de *non-nécessité*. Le premier concerne fondamentalement un accord – éventuellement provisoire – sur le *mode de représentation* des phénomènes et les *formes* de la connaissance. Le second ne peut être assimilé à l'*arbitraire*, comme le montrent une analyse de quelques conventions et l'examen critique d'une thèse de Wittgenstein. On considère ensuite le rapport de la convention dans les sciences avec l'organisation d'un *symbolisme*, notamment mathématique. Mais le choix du symbolisme peut entraîner la reconnaissance de contenus concernant les objets mêmes, tant en mathématiques que dans les sciences de l'empirie. On recensera pour finir les diverses espèces de conventions scientifiques, et l'on analysera leurs modes de validation, qui concernent principalement la *possibilité d'appliquer des règles*, plutôt que la position de propriétés.

La question de la *vérité* des énoncés et des théories scientifiques, plus ou moins fortement mise en cause dans toute forme de nominalisme, s'est trouvée posée sous un jour nouveau dans la perspective des philosophies pragmatistes et dans celle du conventionnalisme. C'est à propos de cette dernière orientation, dont certains aspects de la philosophie de Poincaré sont l'illustration, que nous allons reprendre sous une forme plus générale le problème du rapport de la vérité et des conventions dans les sciences.

Le mot de vérité, pris en un sens strictement déterminé, ne s'applique correctement qu'aux connaissances scientifiques, connaissances contrôlables selon des procédures bien définies dans chaque domaine d'objets. On sait que sir Karl Popper a voulu restreindre l'efficacité de ces procédures de contrôle à celles qui rendraient possibles une réfutation virtuelle. Il faut reconnaître sans doute que cette restriction est opportune et valable en gros, en ce que toute connaissance *non scientifique* échappe assurément à ce critère de réfutabilité. Mais l'examen de la structure effective des théories scientifiques oblige à n'admettre qu'avec quelques nuances la réciproque : il y a certainement des énoncés dans les différentes sciences pour lesquels ne peut exister à proprement parler de procédure de réfutation. On peut citer dans les mathématiques le cas obvie des axiomes, et dans les sciences de l'empirie celui de certains grands «principes», tel celui de la conservation de l'énergie, ou de la représentabilité des états quantiques dans des espaces de Hilbert. Ces énoncés, il est vrai, relèvent néanmoins de formes spécifiques sinon de

vérification, du moins de validation indirecte dont nous nous occuperons plus loin. Bornons-nous à admettre pour l'heure qu'ils constituent bien des espèces particulières, affaiblies, de *vérités*. Car parler encore ici de vérités me semble conserver un sens, qui s'oppose manifestement au sens trop large que l'on donne parfois à ce mot lorsqu'on consent à l'appliquer à certains énoncés de morale, d'esthétique et de philosophie. L'introduction d'un concept de convention, différant éventuellement de celui de «postulat» ou d'«axiome», dans une classification des énoncés scientifiques du point de vue de l'interprétation de leur validité correspond à l'un des aspects sans doute les plus problématiques de cette variante affaiblie de la vérité.

Le conventionnalisme sous sa forme la plus radicale, tel que Poincaré lui-même le combat chez Edouard Le Roy, assurerait donc :

«que la science n'est faite que de conventions, et c'est uniquement à cette circonstance qu'elle doit son apparente certitude ; les faits scientifiques et *a fortiori* les lois sont l'œuvre artificielle du savant ; la science ne peut donc rien nous apprendre de la vérité ; elle ne peut servir que de règle d'action.» [Poincaré 1970, chap. X, p. 151]

Nous essaierons de montrer, conformément à l'opinion de Poincaré, qu'un tel conventionnalisme est intenable. Mais que la science ne peut se passer de conventions, sans que pour autant soit ébranlée sa vocation à connaître des vérités.

Que signifie donc ce mot de «convention» au sens où ces philosophes et mathématiciens l'utilisent ? Deux traits de son sens empruntés à l'usage ordinaire nous paraissent ici être prépondérants. D'une part, une convention suppose l'acceptation d'un énoncé ou d'une règle de conduite par plusieurs sujets, fussent-ils fictifs. Elle suppose donc une *intersubjectivité* de principe, un accord, sans exigence de justification par qui le propose. D'autre part, une convention porte sur un énoncé ou une règle *librement* choisis parmi d'autres possibles, ou plus exactement d'autres «virtuels». Non pas nécessairement *arbitraires*, mais sans que soient explicitement et originairement données les raisons de leur choix. Dans une théorie, dont la règle du jeu est la démonstration des énoncés, on conçoit que la qualification de vrai ou de faux soit *a priori* impropre pour une convention. N'est cependant pas exclue une notion de *validité*, qui devrait alors dépendre des conséquences induites dans la théorie par l'insertion de l'énoncé ou de la règle ainsi acceptés.

Nous nous proposons d'examiner plus précisément le statut de telles conventions dans les sciences, dont nous donnerons des exemples, tentant de reconnaître le sens et la portée de leur possible validation, et l'influence de leur présence sur la vérité des autres énoncés d'une théorie.

1. Les deux caractères de la convention et la connaissance scientifique

1.1 Nous commencerons par une interrogation générale sur le rôle éventuel dans une démarche scientifique des deux caractères de la convention que nous avons dégagés.

L'intersubjectivité de la connaissance est-elle une condition ou une conséquence de sa vérité, ou plus largement de sa validité ? Au niveau de la connaissance perceptive, l'accord intersubjectif effectif est certainement à la fois condition et conséquence de sa validité. Mais il n'est jamais que partiel et relatif, et surtout il dépend de façon sans doute essentielle du langage dans lequel il peut s'exprimer. Les linguistes et les ethnologues ont bien étudié cette détermination d'un accord qualitatif dans le cas de la perception des couleurs. Ce n'est pas alors sur un découpage du spectre physique que l'on s'entend, mais sur les catégories d'un vocabulaire déterminées dans tel langage, ou telle famille de langues. Bien que la connaissance scientifique nous apparaisse comme étant en rupture plutôt qu'en continuité avec la perception, nous retiendrons de ce fait que la notion d'accord intersubjectif, à quelque niveau de *connaissance* que ce soit, étant véhiculée par un symbolisme, en dépend d'une manière décisive ; nous aurons l'occasion, à propos des conventions scientifiques, de revenir sur ce point.

Dans les sciences, cet accord concerne sans doute d'abord des sujets individuels. Ce sont les membres de ce que Bachelard nommait «la société des travailleurs de la preuve». Cet accord consiste alors en l'acceptation de règles communes touchant la position et le traitement des problèmes, la nature des solutions cherchées, et la reconnaissance du contenu des résultats. C'est là, en gros, ce que Thomas Kuhn nomme un «paradigme». On observera toutefois, d'une part qu'un tel accord *global* dans un domaine déterminé d'objets caractérise la naissance même de ce que nous appelons science, et qu'on ne saurait donc mettre sur le même plan un tel paradigme constitutif et les transmutations de concepts et de méthodes qui lui demeurent internes, et scandent postérieurement les progrès d'une science. En ce sens, la théorie du mouvement, par exemple, s'est constituée comme science sur un paradigme unique au début du XVII^e siècle, qui continue de dominer aussi bien la mécanique newtonienne que la mécanique relativiste, et même, quoique qu'il y paraisse à première vue, la mécanique quantique. Car ce sont *les mêmes exigences fondamentales*, théoriques et expérimentales, qui commandent le consensus des physiciens. Nous pensons qu'on peut montrer, d'autre part, que ce «paradigme» n'est nullement, en dernier ressort, l'expression de déterminations et de contraintes sociales et psychologiques s'exerçant sur les membres de

la communauté scientifique. L'unité globale et le consensus expriment une contrainte conceptuelle, du reste manifestement mobile au cours du temps, ce que nous avons tenté de caractériser et de décrire ailleurs comme «dialectique interne des concepts».¹

Dans la perspective de Kuhn, l'accord intersubjectif tend à apparaître plutôt comme une condition que comme une conséquence de la validité des connaissances dans des circonstances historiques données. Il me semble, pour ma part, qu'il serait juste de le considérer seulement comme un *signe*, un indice, au reste quelquefois trompeur. Sans se rallier en aucune façon au point de vue «surréaliste» de Feyerabend, on peut bien reconnaître qu'à certaines époques de l'histoire d'une science le consensus caractérise un état statique et conservateur de la connaissance, alors que ce sont les dissidences qui peuvent porter les germes de l'avenir. Mais c'est assurément lorsqu'elles sont reconnues comme telles, et l'objet d'un nouvel accord, qu'un progrès de la connaissance est établi. Par ailleurs, il est à plusieurs reprises arrivé, au cours de l'évolution d'une science, que des interprétations théoriques radicalement distinctes des mêmes phénomènes et de la plupart de leurs lois divisent la société scientifique. Mais cette absence de consensus a toujours été envisagée comme provisoire, et s'est toujours révélée comme essentiellement distincte de l'anarchie et du cloisonnement qui caractérisent les périodes *proto-scientifiques* d'une discipline (comme par exemple l'état des doctrines alchimiques, antérieurement à la constitution du paradigme scientifique propre à la chimie). Car le dissentiment dans le premier cas porte sur une interprétation de la *représentation* des phénomènes et de leurs régularités, non sur la reconnaissance positive de celles-ci et des conditions de sa validité. Et il n'a pas manqué, dans l'histoire passée, d'être résolu, c'est à dire compris, par la mise au jour d'un point de vue qui domine les interprétations antagonistes. On citerait tout naturellement la querelle des tenants de la lumière onde et de la lumière corpuscule aux XVII^e et XVIII^e siècles, mais aussi, en mathématiques mêmes, l'opposition entre une interprétation des éléments différentiels comme limites ou comme entités, disparité qui n'a jamais entravé le développement des calculs, et qui est aujourd'hui «résolue» par la théorie des nombres «non-standard». L'état contemporain des interprétations de la mécanique quantique nous offre, du reste, pour ainsi dire *in vivo*, un exemple non résolu de telles dissensions, sans que soit pour autant mise en cause la validité (la vérité) des résultats de la théorie.

L'absence de consensus intersubjectif ne peut donc être au mieux qu'un signe ou indice provisoire de la non validité ou plutôt de l'insuffisante détermination d'une théorie. Le consensus, s'il est atteint, peut être compris comme symbolisant l'activité d'un sujet

«transcendantal». Nous entendons par là que les «travailleurs de la preuve» font alors l'office d'un sujet fictif unique qui légiférerait – provisoirement – quant à la détermination, en tant que *projets*, de cadres pour la description et l'explication des *phénomènes* d'un domaine, alors transmués en leurs représentations dans ces cadres, c'est à dire en *objets* que nous nommons «virtuels». Ces cadres ou «référentiels», le mot étant alors pris en un sens large, sont évidemment acceptés communément à un moment de l'histoire, dans un contexte et sous des conditions socialement déterminés, mais qui n'expliquent tout au plus que le *tempo* et la date de cette acceptation. L'accord significatif concerne donc, plutôt que les contenus d'un savoir, un projet de définition d'un type d'objet (virtuel). Ce projet ne peut guère être dit «vrai» ou «faux», sinon dans la mesure où il rend possible ou non une *représentation* comme objets *virtuels* des phénomènes *actuellement* expérimentés, et dans la mesure où ces objets virtuels donnent lieu à une prévision adéquate de nouveaux phénomènes actuels. On voit déjà comment peuvent apparaître dans la démarche scientifique des *formes* de connaissance qu'on peut qualifier de «conventions».

1.2 Le second trait caractéristique d'une convention est la non-nécessité immédiate. Les énoncés ou règles qui répondent dans les sciences à cette qualification sont l'expression d'un choix entre plusieurs autres de même type, que l'on n'aurait aucune raison démonstrative d'exclure *a priori*, ni même *a posteriori*. L'objet tel qu'il est encore sommairement dessiné par une théorie, en tant que représentation virtuelle de faits et d'objets actuels, singuliers, saisis dans des expériences, laisse une marge de liberté pour des déterminations plus précises. Dans le domaine des mathématiques, cette liberté s'exprime par une *compatibilité* des diverses déterminations virtuelles candidates au choix conventionnel, soit comme non-contradiction syntaxique, soit comme consistance d'un modèle possible. Il faut du reste observer que cette liberté n'est pas toujours immédiatement perçue, comme ce fut le cas classique et célèbre des variantes du 5^o postulat d'Euclide. On conjecture d'abord que l'énoncé traditionnel, quoique introduit comme «demande» non démontrée, doit pouvoir découler du corps des autres énoncés de la théorie, autres postulats y compris. Etablir après de longs travaux que son choix était libre a constitué comme on sait l'une des découvertes majeures de la mathématique au début du XIX^o siècle. Cette liberté n'est du reste que relative, et ne saurait être confondue avec l'arbitraire. Le corps des énoncés de la théorie engendre tout d'abord évidemment des contraintes proprement syntaxiques, telles que les inférences dans le nouveau système auquel la convention est adjointe conduisent éventuellement à des contradictions. Il s'agit alors d'une espèce d'incompatibilité triviale, quoique parfois difficile à établir :

c'est justement celle que les géomètres, depuis l'Antiquité, comme nous le rapporte tardivement Proclus au V^e siècle de notre ère, pensaient pouvoir démontrer entre une négation du 5^e postulat et le reste du système d'Euclide.

Le point de vue de Wittgenstein postérieurement au *Tractatus* est à cet égard très étonnant. Si le développement d'un calcul dans un système conduisait, dit-il, à une «proposition interdite» après s'être poursuivi sans obstacles, il faudrait non pas rejeter le système comme contradictoire, mais en accepter les énoncés antérieurement établis et simplement modifier le système pour continuer les démonstrations une fois l'obstacle supprimé. «Ce que l'on a une fois calculé ne peut plus être écarté ni disparaître» ([Waismann 1957, p. 149] : ce texte est comme on sait la transcription par Waismann de conversations de Wittgenstein avec Schlick au début des années 30). L'idée de Wittgenstein est alors que la mathématique n'est nullement une théorie d'*objets*, un ensemble de propositions vraies portant sur des objets (il le pensait déjà dans le *Tractatus*), mais un jeu d'*opérations* délimité par des règles. Les objets n'apparaissent que dans l'*application* des calculs. Par exemple en géométrie, les axiomes devenant alors des «stipulations concernant la langue dans laquelle nous voulons décrire les objets spatiaux. Ce sont des règles de syntaxe». [Ibid., p. 62] On voit sous quelle forme extrême apparaît chez Wittgenstein le libre choix des «conventions» et le sens des limites de cette liberté. A la notion de contradiction des formules est substituée celle du conflit entre des règles opératoires, lorsqu'elles ne peuvent être appliquées en même temps, et en pareil cas la réaction ne doit pas être de rejet : «Il faut seulement alors faire quelque chose, par exemple rayer la formule dont on est parti.» [Ibid., p. 176] Wittgenstein n'en récusera pas moins la qualification de «conventionnaliste», comme le souligne Jacques Bouveresse [Bouveresse 1976, p. 299]. En mathématiques, la liberté du choix des règles dans la limite de leur applicabilité est semble-t-il en effet dominée par l'obligation sociale de «jouer le jeu» avec d'autres, bien qu'il ne soit nullement impossible de «ne pas jouer le jeu». De telle sorte que la contrainte qui s'introduit ici serait de même nature que toutes les autres contraintes sociales [Wittgenstein 1956, I, p. 115-116]. D'une manière générale, l'accord des hommes qui parlent entre eux n'est pas un accord sur des significations (*Meinungen*) mais sur une *forme de vie* (*Lebensform*) (*Philosophische Untersuchungen*, §241), qui, semble-t-il, définit la pensée même. (Ibid., p. 131-133). Et dans le cas des sciences de l'empirie, le conventionnalisme proprement dit ne serait qu'une «réaction contre la conception naïve des lois de la nature comme réplique photographique des faits». [Waismann, op. cit., p. 635]. Or Wittgenstein fait remarquer à Waismann que «en physique comme en géométrie il y a bien du flou

(*verschwommen*)» [Ibid., p. 637], c'est à dire que souvent l'on balance (*schwanken*) entre «une proposition d'expérience et une détermination arbitraire (*willkürliche Festsetzung*)» [Ibid., p. 648].

2. Conventions et symbolisme

2.1 Sans adopter l'étrange conception du jeu mathématique que nous propose Wittgenstein, nous pouvons, à ce qu'il semble, retenir un point essentiel, à savoir que l'«espace de liberté» ouvert aux conventions concerne fondamentalement des *formes de représentation*, dont elles établissent les règles.

C'est qu'en effet une convention, dans les sciences, se rapporte avant tout à *l'usage d'un symbolisme*. Son rôle original est de fixer la définition d'un symbole ; soit d'en formuler les règles de manipulation *dans* le système de représentation adopté, soit de formuler des règles pour son application, en tant qu'il désigne un objet ou une relation dans un univers de virtualités, aux objets et relations actuellement expérimentés. Dans les mathématiques, seule apparaît évidemment la première fonction. On conviendra par exemple qu'une lettre avec un indice inférieur sera le symbole d'une composante covariante d'un vecteur, c'est à dire que, dans une transformation linéaire, cette composante se transforme comme la nouvelle base dans l'ancienne ; avec un indice supérieur, composante contravariante, elle se transformera comme l'ancienne base dans la nouvelle. Ou encore («convention d'Einstein») : que si le même indice apparaît en haut et en bas respectivement dans les deux termes d'un produit, l'expression représentera la somme des produits obtenus en faisant varier l'indice dans tout son domaine ($a_i b^i$ signifiant : $a_1 b^1 + a_2 b^2 + \dots + a_n b^n$, si le champ de variation de l'indice est $[1, n]$)

Il semble alors que de telles conventions constituent de pures définitions «nominales» au sens classique, «libres» et «jamais sujettes à être contredites», comme le note Pascal au début de *l'Esprit géométrique* [Pascal 1962, p. 577]. Mais prenons garde que l'imposition du nom ou la prescription de la règle de manipulation symbolique n'a de sens et d'efficacité que si, selon le même Pascal, elles concernent «des choses que l'on a clairement désignées en termes parfaitement connus» [Ibid.]. Autrement dit, la liberté de la convention ne s'étend vraiment qu'à la matérialité du symbolisme, et ne signifie nullement qu'on pourrait stipuler absolument qu'un symbole renvoie à n'importe quel objet ou opération mathématique. C'est à dire, en fin de compte, à n'importe quelle corrélation d'un complexe d'opérations et d'une entité associée. Dans les exemples cités plus haut, le symbolisme convenu n'est point quelconque, puisqu'il ne prend sens que dans le système des espaces vectoriels

pour le premier, de l'algèbre pour le second. Les règles d'application du symbolisme fixé par la convention sont bien internes au système symbolique lui-même, mais leur efficacité est déterminée par la nature des entités du système, par ce que nous avons appelé les «contenus formels»² qu'il engendre. La première convention sur les indices inférieurs et supérieurs ne prend sens que par la distinction d'un espace vectoriel et de son dual, d'une base et de la base duale. La seconde convention, dite d'Einstein, concerne des systèmes algébriques plus larges, et exige seulement que les opérations de somme et de produit aient un sens. Nous retrouvons ici la thèse formulée au précédent §1.2, cette fois précisée par la considération du statut des conventions relativement aux symbolismes. On voit donc que le caractère conventionnel d'un choix de symboles, dans le domaine purement virtuel des êtres mathématiques, ne se réduit pas à l'arbitraire, les contraintes nées du système symbolique dans lequel est introduit le nouveau symbole correspondant, à mon sens, à l'espèce de réalité que ce système impose, aux «contenus formels» que, indépendamment de tout apport empirique, il suscite.

2.2 L'importance de cette limitation de l'arbitraire des conventions en mathématiques, même en tant que définitions de symboles, devrait apparaître clairement par un retour au cas des axiomes. On a vu précédemment sur l'exemple du 5^o axiome d'Euclide que cette espèce particulière de convention n'était pleinement reconnue comme telle que si l'on établissait son indépendance, au moins partielle, par rapport à l'ensemble des autres énoncés d'une théorie. C'est que l'implication d'une telle convention dans la théorie même est beaucoup plus étroite que celle des conventions du type définition de symboles. Certes, dans le cas pris comme exemple, l'axiome peut bien être considéré également comme donnant un contenu opératoire plus précis au concept de parallélisme, et comme complétant donc, ici *a contrario*, la définition 23 du symbole «parallèle».³ Mais justement c'est ce contenu opératoire nouveau qui fait toute la différence. Car un tel complément, «librement» adjoint à la définition, constitue une détermination du vague opératoire qu'elle comporte, et, bien que demeurant à l'intérieur du système symbolique même, introduit par conséquent des contenus formels. On pourrait donc appeler *axiome* au sens strict, en mathématiques, de telles conventions, qui contribuent à définir l'objet au sein d'une théorie, et en lui donnant consistance, peuvent éventuellement préparer la rencontre imprévue d'obstacles ou la reconnaissance de bifurcations possibles de l'espèce d'objet ainsi dessiné. Par exemple les axiomes de la primitive théorie des ensembles de Frege se révèlent générateurs de «paradoxes», c'est à dire que les objets satisfaisant aux axiomes ont des propriétés incompatibles entre elles. D'où la proposition par

Russell de la notion de types, puis la révision de l'axiomatique par Zermelo-Fraenkel. D'autre part, les efforts pour reconnaître si oui ou non l'«hypothèse» du continu découlait des axiomes aboutissent à la démonstration par Gödel (1939) de sa compatibilité, puis par P.J. Cohen (1963) de son indépendance, c'est à dire d'une ramification possible de l'espèce d'objets «ensemble» par adoption ou non comme axiome, c'est à dire ici convention, de ce qui était auparavant hypothèse.

Une convention, et particulièrement dans l'espèce «axiome», consiste donc, en fixant des propriétés d'un référentiel où seront déterminés les objets d'une théorie, à délimiter ces objets mêmes. Elle opère ainsi, originairement, au niveau du seul symbolisme ; mais dans le domaine des mathématiques cette organisation des cadres du symbolisme implique très généralement une détermination des propriétés de l'objet même. Qu'en est-il dans les sciences de l'empirie ? Les conventions, opérant sur les conditions de représentation des objets introduisent-elle aussi des modifications du contenu de ces objets mêmes ?

2.3 La connaissance scientifique du monde dont nous avons l'expérience s'effectue au moyen d'une représentation des événements actuellement expérimentés à travers des objets et des faits *virtuels*, dans un univers abstrait, qui le plus souvent est constitué d'entités mathématiques avec leurs systèmes d'opérations associées. Les conventions, comme on l'a déjà remarqué, fixent alors les cadres de cette représentation et formulent d'autre part, ou sous-entendent, des règles d'application de l'univers virtuel aux actualités de l'expérience (§1.2 et 2.1). La première fonction apparaîtra par exemple dans la décision de définir les figures virtuelles du mouvement en mécanique classique newtonienne par la seule considération des dérivées *secondes* des espaces par rapport au temps. Ou encore dans le choix d'une géométrie euclidienne ou d'une géométrie non-euclidienne pour figurer les relations spatiales dans le monde des événements physiques. On voit bien qu'en pareils cas le choix d'un mode de représentation, même s'il demeure fondamentalement libre dans les bornes de l'arbitraire que nous avons déjà reconnues, introduit nécessairement des spécifications sur les propriétés des objets mêmes.

De la convention sur les dérivées secondes dépend, bien entendu la définition 4 des *Principia* de Newton, selon laquelle la force exercée sur un mobile est «l'action qui change son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme». Quant au choix d'un espace riemannien de représentation, il entraîne tout d'abord que les mesures de longueur font intervenir un paramètre, une constante universelle (le rayon de courbure de l'espace), dont, il est vrai,

l'influence pourrait être négligeable si cette constante est assez grande relativement aux longueurs mesurées. D'autre part, Reichenbach a bien montré dans *The Philosophy of Space and Time* [Reichenbach 1958, chap. I, §12] comment des propriétés topologiques d'un espace non euclidien pourraient se manifester expérimentalement à un observateur, mais qu'alors celui-ci aurait la liberté de les interpréter soit comme révélant la non-euclidianité de l'espace, soit comme étant l'effet d'«anomalies causales», c'est à dire de propriétés physiques inattendues de l'univers, telle par exemple la reproduction périodique dans l'espace de situations identiques :

«Si une parfaite liberté du choix d'une géométrie doit être préservée comme *conditio sine qua non*, alors il faut admettre à l'occasion des anomalies causales.» [Op. cit., p. 66].

Il est clair qu'en pareils cas la liberté de choisir est d'une toute autre nature que l'arbitraire du choix entre, par exemple, une représentation des phénomènes spatiaux en coordonnées cartésiennes ou en coordonnées cylindriques. Dans ce dernier cas, on voit bien que le caractère conventionnel de la représentation est trivial, et concerne strictement les mécanismes opératoires intérieurs à un même système d'objets mathématiques, de telle sorte qu'il s'agit alors d'une seule et même représentation. On peut alors à juste titre attribuer avec Poincaré le choix à une recherche de «commodité». Il n'en est pas ainsi dans les autres exemples que nous venons de citer. Néanmoins, dans bien des cas et en particulier dans celui des représentations par des espaces euclidien ou non-euclidiens, il existe des procédures de transcription univoque d'un référentiel de représentation dans l'autre : on peut aisément construire un modèle euclidien d'un espace riemannien et inversement. Mais les réinterprétations peuvent supposer l'introduction d'éléments nouveaux radicalement étrangers, comme par exemple des éléments à l'infini dans le modèle euclidien d'une géométrie riemannienne.

On pourrait donc dire que ce qui rend d'abord non indifférent le choix conventionnel d'un mode de représentation pour les sciences de l'empirie c'est justement la présence de *contenus formels* spécifiques dans les théories mathématiques où seront représentés les objets virtuels destinés à servir d'images aux phénomènes. Tant il est vrai que la mathématique n'est pas seulement un langage, mais bien la production de *formes universelles d'objets*, susceptibles ou non de représenter l'empirie. L'évolution récente des «référentiels» choisis pour repérer les événements de la physique, l'importance du rôle joué par les «espaces» de représentation en Relativité restreinte ou générale, aussi bien qu'en théorie des systèmes dynamiques ou en

mécanique quantique, conduit évidemment à s'interroger sur la portée des contenus physiques que ces «conventions» introduisent. La question à laquelle nous renvoient ces remarques sur les rapports des conventions et du symbolisme est alors finalement celle des critères des choix conventionnels. Comment, si elles ne peuvent être à proprement parler *vérifiées*, les conventions peuvent-elles être du moins *validées* dans les sciences ? Tel sera l'objet de la dernière partie de cet essai. Mais l'on entrevoit déjà, je pense, le sens profond de la remarque plus haut citée (§1.2, p. 7) de Wittgenstein, à savoir que souvent «l'on balance entre une proposition d'expérience et une détermination arbitraire». De sorte que la ligne de partage entre ce qui peut – et doit – être vérifié, et ce qui ne peut être que validé n'est pas toujours bien tranchée. Qui refuse de tomber dans le conventionnalisme radical à la Le Roy doit pourtant tenter de signaler quelques critères susceptibles de donner un sens, sinon des règles, à l'exercice d'une liberté de convention dans les sciences. Avant d'aborder le problème final de cette légitimation des conventions, nous croyons toutefois utile de proposer un recensement sommaire des espèces de conventions scientifiques.

3. Les espèces de conventions et leur validation

3.1 Nous avons noté à plusieurs reprises que les conventions avaient pour double fonction de fixer les référentiels de représentation des faits et des objets dans des univers virtuels, et de formuler – ou sous-entendre – le mode d'application de ces entités virtuelles aux actualités de l'expérience. Donnons, à partir de quelques exemples de réalisation de ces deux fonctions, une classification sommaire des conventions scientifiques.

Nous relèverons tout d'abord des conventions de *mesure*. Elles consistent à choisir une unité convenablement définie, et des procédures de mesure. Choix qui semblent, à première vue, tout à fait arbitraires, mais qui, dès que les grandeurs à mesurer sont impliquées dans une théorie, doivent satisfaire à des contraintes de dimensionalité, par exemple. Ou de cohérence, lorsque la théorie prévoit plusieurs chemins d'accès à ces mesures, comme dans le cas des unités électrostatiques et électrodynamiques des grandeurs électriques. Quant aux procédures effectives de mesure, elles peuvent commander les choix. Par exemple l'unité de longueur, autrefois directement déterminée comme unité fondamentale, se trouve aujourd'hui définie à partir de l'unité de temps, réalisable avec une précision supérieure par l'intermédiaire du comptage des fréquences stables d'oscillation de certains atomes.

En second lieu, on rencontrera des conventions de *simplification*, qui décident de négliger certains aspects de l'empirie,

ou de limiter les observations et mesures à une certaine approximation. Il peut alors arriver que des écarts observés, trop nettement supérieurs à ce qu'autorise la convention, conduisent à modifier la théorie, ou permettent de vérifier une théorie plus puissante et plus fine. On connaît le cas classique de la confirmation de la Relativité générale par l'explication qu'elle donne de l'écart de la précession du périhélie de Mercure par rapport aux prédictions de la mécanique céleste classique.

De telles conventions peuvent même se présenter en mathématiques, consistant alors à négliger certains termes d'un développement, ou à substituer une fonction de forme plus simple à une fonction trop compliquée. Mais les conséquences de ces conventions doivent alors être précisément connues, et être telles qu'elles n'altèrent pas la nature de l'objet même.

Enfin l'espèce la plus déterminante de convention, et sur laquelle ont surtout porté nos considérations antérieures, est celle des conventions que l'on pourrait dire de *définition au sens large*. Elles introduisent un concept comme objet virtuel complètement défini dans un référentiel propre, et fournissent en même temps son mode d'application à l'expérience, ou, s'il s'agit d'entités mathématiques, le système opératoire explicite qui leur donne leur efficacité.

3.2 La notion d'entropie, par exemple, est introduite comme propriété intrinsèque d'un système thermodynamique, c'est à dire considéré du point de vue des variations d'une grandeur primitive, elle même intrinsèque au système, nommée énergie interne U , et des échanges d'autres formes d'énergie, en particulier la chaleur Q (reçue, positive ; fournie, négative) et le travail W (reçu, négatif ; fourni, positif) ; la chaleur est associée à une grandeur non additive, la température absolue T . On pose une relation axiomatique entre U , Q et W : $dU = \delta Q - \delta W$ ⁴. L'entropie S est alors caractérisée par sa variation, *dans une transformation réversible du système*, proportionnelle à celle de la quantité de chaleur absorbée ou fournie, et inversement proportionnelle à la température absolue :

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

On voit en quoi une telle «définition» peut être dite «conventionnelle». Quoique complètement déterminée dans le référentiel (U , Q , W , T) de l'objet thermodynamique, ce concept dépend d'une condition virtuelle *qui ne peut correspondre à aucune situation actuelle* : la réversibilité parfaite d'une transformation, c'est à dire d'un transfert d'énergies. Le second principe de la

thermodynamique peut alors s'énoncer ainsi : «la variation d'entropie d'un système et de son milieu est toujours positive, et tend vers 0 pour toute transformation qui tend vers la réversibilité». Ce principe, qui formule une propriété du monde, participe donc pourtant lui aussi du caractère conventionnel de l'entropie. Mais on voit que la convention ne porte ici en fait que sur l'hypothèse virtuelle de réversibilité, que des théories du frottement et des diverses modalités de dissipation d'énergie peuvent alors rapprocher des conditions actuelles.

Un autre exemple de convention définitionnelle serait fourni par la détermination de suites «pseudo-aléatoires» au moyen d'algorithmes. De tels algorithmes produisent des suites de nombres dont on postule qu'elles sont des débuts de suites *infinies* effectivement aléatoires. Les critères de cette propriété ne seraient évidemment applicables au sens strict qu'à des suites virtuelles, infinies. Par exemple le critère d'Emile Borel. Pour une suite d'entiers inférieurs ou égaux à b , il faudrait que chacune des valeurs $0, 1, \dots, b$ apparaisse avec la même fréquence (*limite*, c'est à dire dans une suite infinie, nécessairement non actuelle) : $1/b$; et que toutes les b^n suites virtuelles de n nombres apparaissent respectivement avec les fréquences (limites...) : $1/b^n$. Une autre détermination conventionnelle repose sur les conditions de calculabilité d'un algorithme. On dira que la suite calculée est algorithmiquement aléatoire si, pour obtenir un résultat comportant une information de n bits l'algorithme exige un programme informatique de n bits au moins. L'idée est ici que l'aléatoire est garanti par l'impossibilité de prévoir un résultat autrement que par son constat même, au moyen de l'algorithme de définition.

3.3 On voit bien que ces différentes espèces de conventions ne sauraient être dites vraies ou fausses. Car la vérité scientifique dépend du succès de trois démarches : premièrement, la *démonstration de propriétés* d'objets virtuels à partir d'énoncés posés comme primitifs ; deuxièmement de la *consistance* établie par inspection ou raisonnement d'un *système d'objets* virtuels ; troisièmement de l'*adéquation* constatée entre des propriétés d'objets virtuels dans une théorie et d'observation d'événements *actuels*.

Or les conventions scientifiques ne décrivent pas des *propriétés d'objets* virtuels ou actuels. Lorsqu'il semble en être ainsi, il ne s'agit pas de conventions mais plutôt d'*hypothèses*, qui relèvent des procédures de vérification et peuvent être dites en *puissance de vérité*. Un bon exemple en mathématique serait l'«hypothèse du continu», déjà invoquée (§2.2), qui n'est hypothèse au sens strict que tant qu'on n'en a pas démontré l'indépendance dans la théorie

classique des ensembles. Après la démonstration de P. J. Cohen, l'adopter ou non est devenu affaire de convention, choix libre d'une forme de l'objet «ensemble». Les conventions proprement dites énoncent tout au plus des *méta-propriétés* d'objets. Elles proposent des conditions de description d'objets virtuels, et de comparaison de ces objets virtuels aux actualités empiriques.

On donne parfois le même nom d'«axiome» à des énoncés effectivement conventionnels et à des énoncés qui ne sauraient être considérés comme des conventions. Illustrons cette différence par un exemple qui nous paraît instructif. On se posera la question suivante : pourquoi le 5^o axiome d'Euclide peut-il être dit une convention, alors que les axiomes de l'arithmétique élémentaire finitiste de Peano *ne sont pas* conventionnels ? Dans le cas de l'axiome des parallèles, on se trouve, comme on l'a vu, en présence d'un choix entre plusieurs *déterminations d'un objet* géométrique dont la consistance est garantie. L'application à l'empirie de ces diverses variantes de l'objet virtuel résultant du choix est possible, comme l'ont montré les développements postérieurs de la physique. Il s'agit donc alors de conventions, dont il faut juger non de la vérité mais du succès de leurs applications. Qu'en-est-il des axiomes de l'arithmétique ? Certes Wittgenstein écrit qu'une arithmétique différente pourrait être imaginée et qu'on pourrait en inculquer aux hommes les habitudes opératoires. Nous ne tenterons pas d'éclaircir ici le sens exact qu'a pu donner Wittgenstein à cette affirmation paradoxale. Prise à la lettre, elle ne peut qu'être récusée. Car, contrairement au cas des parallèles («prolonger *indéfiniment*»), les axiomes de l'arithmétique élémentaire finie sous-tendent des *règles effectives d'application* du système d'objets virtuels «nombres naturels» à l'expérience, qu'on ne peut justement imaginer autres. Ce n'est pas seulement que l'on rencontrerait alors l'incompréhension de nos interlocuteurs, disparité qui pourrait ne consister qu'en un mauvais ajustement du langage. C'est, plus fondamentalement, que notre expérience des présences et absences conjointes d'objets actuels, des rapports de rassemblement de ces objets, n'est adéquatement formulée que conformément aux règles de l'arithmétique élémentaire finie. On ne peut même imaginer qu'il en soit autrement qu'à la faveur d'une hypothèse de prestidigitation ou de magie portant sur ces objets mêmes. Les axiomes de cette arithmétique ne formulent donc pas des conventions déterminant librement, ou quasi librement, un type d'objet virtuel, parmi des variantes possibles (c'est à dire applicables à l'empirie). J'oserai donc qualifier cette arithmétique élémentaire finie de *protophysique* fondamentale définissant univoquement non pas des *méta-propriétés*, mais les *seules propriétés* d'ensembles d'objets virtuels qui soient applicables à l'actualité de nos expériences. Ce ne sont pas des conventions.

Ainsi pouvons-nous conclure que, si les conventions authentiques dans les sciences n'y importent directement ni vérité ni fausseté au sens strict, leur validité relève naturellement d'abord de leur compatibilité avec les autres énoncés d'une théorie, mais ensuite et fondamentalement de leur fécondité. Ce mot qui peut paraître trop vague désigne ici d'une part la richesse que révélera le développement, dans la théorie, des propriétés de l'objet virtuel dessiné par les conventions. Elle désigne aussi d'autre part, pour les sciences de l'empirie, des capacités d'adéquation de ce virtuel à l'actuel des expériences. On pourrait dire que les critères de validité des conventions sont à la fois *pragmatiques* et *transcendants*. Pragmatiques, en ce que sont en partie conventionnelles les règles d'application du virtuel des théories aux expériences, et que le succès de cette application est un signe de leur validité. Transcendants en ce que les *formes de l'objet* pour chaque domaine d'exploration scientifique du monde sont des *projets conventionnels* dont le bien-fondé se révèle dans le développement d'une science. Il faut donc reconnaître que, si les conventions ne se situent pas sur le plan de la vérité, il n'est pourtant de vérités scientifiques que dans le cadre révisable et toujours en progrès des conventions qui établissent les formes d'objets.

Cassiopée, le 26 – 4 – 1994

Références bibliographiques

Bouveresse, J.

1976 *Le mythe de l'intériorité* (Paris : Editions de Minuit).

Granger, G. G.

1994 *Formes ; Opérations ; Objets* (Paris : Vrin).

Pascal, B.

1962 *Oeuvres complètes*, éditées par J. Chevalier (Paris : NRF, Pléiade).

Poincaré, H.

1970 *La valeur de la science* (Paris : Flammarion).

Reichenbach, H.

1958 *The Philosophy of Space and Time* (New-York : Dover).

Waismann, F.

1967 *Ludwig Wittgenstein und der Wiener Kreis*, edited by B. Mc Guinness (Oxford : Basil Blackwell).

Wittgenstein, L.

1953 *Philosophische Untersuchungen*, edited by G.E. von Wright, R.

Vérité et convention

Rhees and G. E. Anscombe (Oxford : Basil blackwell) ; trad. française, *Recherches philosophiques*, par J. Klossowski (Paris : Gallimard), 1961.

- 1956 *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*, edited by G. E. von Wright, R. Rhees and G. E. Anscombe (Oxford : Basil Blackwell).

Notes

- 1 Voir par exemple in *Formes ; Opérations ; Objets*, 1994, les chapitres 18 et 19.
 - 2 Voir *Formes, Opérations, Objets*, chap. 2 et 3.
 - 3 Définition 23 : «*Des droites parallèles sont celles qui, étant dans le même plan et indéfiniment prolongées de part et d'autre, ne se rencontrent pas ni d'un côté ni d'un autre*».
- Et l'axiome 5 : «*Qu'il soit demandé que, si une droite tombant sur deux droites fait les angles intérieurs et du même côté plus petits que deux droits, les deux droites indéfiniment prolongées se rencontrent du même côté où sont les angles plus petits que deux droits.*» (traduction B. Vitrac).
- 4 Le symbole de variation δ se rapporte à des variations extrinsèques des grandeurs, ne définissant pas l'état du système, le symbole d correspond à une variation intrinsèque, intégrable entre deux bornes, et représente une «différentielle exacte». A ce niveau de la théorie, la grandeur $1/T$ s'introduit comme facteur intégrant permettant de définir l'entropie comme différentielle totale. La température absolue apparaîtra ensuite dans un système défini par la pression P , le volume V et la température, par exemple comme dérivée partielle, à pression constante, d'une nouvelle grandeur d'état, l'enthalpie :
 $H = U + PV ; T = (\partial H / \partial S)_P$. Avec le point de vue de la mécanique statistique l'entropie sera enfin interprétée comme caractérisant la probabilité pour un système d'être dans un état énergétique donné. Le principe de Nernst, ou troisième loi de la thermodynamique postule alors que si la température absolue tend vers 0, il en est de même de l'entropie du système.