

La fonction épistémologique du jugement réfléchissant chez Kant

The epistemological Function of the reflective Judgement in Kant's Theory of Knowledge

ERIC BEAURON*

Université de Paris-Sorbonne, France

Résumé

Cet article analyse la fonction épistémologique du jugement réfléchissant dont le principe est dégagé dans les introductions de la *Critique de la faculté de juger (CFJ)*. L'analyse du § 62 de la *CFJ*, en lien avec le § 38 des *Prolégomènes* et l'Appendice à la *Dialectique transcendantale*, permet de mettre au jour le rôle heuristique du principe de finalité formelle et de l'affinité dans les procédures scientifiques, notamment dans l'invention newtonienne de la loi de gravitation universelle à partir des lois de Kepler. Le but est d'exposer le fonctionnement du jugement réfléchissant dans un contexte épistémologique où les fonctions de l'entendement ne peuvent plus opérer, dès lors que le donné empirique échappe aux principes transcendants de l'Analytique des principes. Le fonctionnement d'un « comme si » épistémologique est mis en lumière et permet d'assurer le lien architectonique entre la nature au sens technique et la nature mécanique, du point de vue de l'invention scientifique.

Mots clefs

Jugement réfléchissant, finalité formelle, affinité, invention scientifique, gravitation universelle.

Abstract

This paper analyzes the epistemological function of the reflective judgement, which principle is brought out in the two introductions of the *Critique of Judgement*. The analysis of § 62 of the

* Docteur pour l'Université de Paris I-Sorbonne. E-mail de contact : eric.beauron@gmail.com

Critique of Judgement, in conjunction with the § 38 of the *Prolegomena* and the Appendix to the Transcendental Dialectic, reveals the heuristic role of the principle of formal purposiveness and the affinity in the scientific procedures, especially in the Newtonian invention of the law of universal gravitation. The aim is to expose the functioning of the reflective judgement in an epistemological context in which the functions of the understanding can no longer operate, since the empirical data escape the transcendental principles of the Analytic of Principles. The functioning of an epistemological "as if" is brought to light to create the architectonical link between the technique of nature and its mechanical necessity.

Keywords

Reflective judgement, formal purposiveness, affinity, scientific invention, universal gravitation.

Cet article vise à analyser la fonction épistémologique du jugement réfléchissant dont le principe est dégagé dans les introductions de la *Critique de la faculté de juger* (CFJ par la suite). L'analyse du § 62 de la CFJ, en lien avec le § 38 des *Prolégomènes* et l'Appendice à la Dialectique transcendantale, permet de mettre au jour le rôle heuristique du principe de finalité formelle et de l'affinité dans les procédures scientifiques, notamment dans l'invention newtonienne de la loi de gravitation universelle à partir des lois de Kepler. Le but est d'exposer le fonctionnement du jugement réfléchissant dans un contexte épistémologique où les fonctions de l'entendement ne peuvent plus opérer, dès lors que le donné empirique échappe aux principes transcendants de l'Analytique des principes. Le fonctionnement d'un « comme si » épistémologique est mis en lumière et permet d'assurer le lien architectonique entre la nature au sens technique et la nature mécanique, du point de vue de l'invention scientifique.

1. L'existence : de la régulation à la réflexion et à la finalité

Afin de justifier la nécessité de donner au jugement réfléchissant une fonction cognitive et épistémologique, il faut partir des deux séquences conceptuelles déterminées par la partition de l'Analytique des principes. Les principes mathématiques sont apodictiques car ils relèvent de l'intuition pure et ils sont constitutifs car ils produisent intégralement le contenu de leur synthèse. Ils instituent le jugement déterminant au sens fort et strict du terme. Dans la synthèse mathématique en effet, « quelque chose est appréhendé *a priori* de telle façon que la règle de la synthèse du phénomène puisse fournir en même temps cette intuition *a priori* dans chaque exemple empirique donné, c'est-à-dire la réaliser (*zu Stande bringen*) à partir de là » (*Critique de la raison pure*, CRP par la suite, A 178/B 221) – ce qui revient à construire *a priori* le concept. Dans cette procédure, l'entendement guide l'intuition grâce à ses concepts mais celle-ci lui donne en retour à voir exactement ce qu'il attend, conformément à ses concepts, si bien que la construction révèle une *saturation réciproque de la pensée et de l'intuition* qui engendre la certitude intuitive apodictique. On peut ainsi déterminer *a priori* le phénomène quant à sa forme, du point de vue des grandeurs extensives, aussi bien que quant à son contenu du point de vue des

grandeurs intensives. Toutefois, la synthèse mathématique ne peut jamais connaître que ce qu'elle aura mis dans l'objet, ce qui fait que son coefficient d'apodicticité se paye d'une perte heuristique majeure. La synthèse mathématique est entièrement déterminante mais le revers de cette efficacité est qu'elle est très pauvre en découverte puisque le contenu objectif de la synthèse se résorbe tout entier dans ses formes pures et ne laisse place à aucune expectative. Apodicticité veut dire remplissement total du jugement mais la satisfaction cognitive ainsi produite n'amène pas la conscience à rechercher autre chose que ce qu'elle obtient, car ce qu'elle obtient dans la construction n'est rien d'autre que ce qu'elle y a mis *a priori* conformément à la détermination des formes pures de l'intuition. Le donné se résorbe tout entier dans l'intuition et la synthèse épuise *a priori* la donation.

Tout autres sont les principes dynamiques de l'existence qui ne sont pas déterminants au même titre que les premiers puisque leur valeur constitutive et cognitive se trouve foncièrement diminuée. Les principes de la relation n'offrent aucune prise à l'intuition pure et ne peuvent être construits. Cela tient à ce qu'ils assurent le passage à l'existence. Or « l'existence des phénomènes ne peut être connue *a priori*, et quand nous pourrions parvenir par cette voie à conclure à quelque existence, nous ne la connaîtrions pas cependant de manière *déterminée* » (*CRP*, A 178/B 221 ; nous soulignons). Les synthèses dynamiques de l'existence sont donc constitutive de l'expérience mais pas de l'intuition (*CRP*, A 664/B 691), raison pour laquelle elles ne peuvent être déterminantes au même titre que les synthèses mathématiques. Leur certitude est sans commune mesure avec la certitude intuitive puisque la synthèse dynamique régulatrice ne produit pas le contenu de son objet et ne sait pas ce qu'elle va trouver dans le phénomène, son objet restent indéterminé. Elle peut ainsi être déçue et demeure en attente d'un remplissement dont elle n'est pas *a priori* assurée. Le rapport entre apodicticité et heuristique est là encore inversement proportionnel mais il joue cette fois-ci en faveur de la seconde. Les synthèses de l'existence seront des analogies de la découverte.

C'est alors qu'intervient la réflexion, dans sa fonction réfléchissante¹. Ainsi, lorsque Kant oppose jugement déterminant et jugement réfléchissant dans les Introductions de la *CFJ*, il ne faut pas oublier que la notion de jugement déterminant regroupe des principes hétérogènes dont seuls les premiers, mathématiques et constitutifs, sont à proprement parler déterminants puisqu'ils constituent *a priori* leur objet en produisant de façon déterminée le résultat de leur synthèse. Inversement, parce qu'ils affrontent l'indétermination de l'existence, les principes dynamiques régulateurs doivent prendre en compte une part de réflexion, au sens réfléchissant du terme, parce qu'établir une « connexion nécessaire des perceptions » revient toujours à établir une loi empirique de la perception. Or, ainsi que le montre les introductions de la *CFJ*, l'établissement des lois empiriques et leur systématisme supposent le principe de la finalité (*Zweckmäßigkeit*). La finalité formelle vient compenser du point de vue de la régulation le déficit d'intuition pure et d'apodicticité afin d'apporter aux principes dynamiques une ressource cognitive nouvelle

1 On distinguera la réflexion réfléchissante reposant sur le principe de finalité, dans la *CFJ*, de la réflexion transcendantale déterminante de l'Amphibologie des concepts dans la *CRP*.

capable de prendre en charge *l'indétermination de l'existence* puisque la donation matérielle des phénomènes n'est jamais justiciable des synthèses mathématiques. Parce que l'existence est en soi indéterminée, régulation et orientation, elle doit se munir d'un principe transcendantal dont la valeur est exclusivement subjective, comme c'est le cas avec le jugement réfléchissant. Le concept de finalité doit être utilisé afin de « réfléchir sur la nature, en considérant la liaison des phénomènes en elle, liaison qui est donnée selon des lois empiriques » (*CFJ*, V, 181 ; nous soulignons). C'est pourquoi la régulation de la régulation s'articule avec le jugement réfléchissant et le principe de finalité.

L'articulation du principe de finalité avec les principes régulateurs de l'Analytique est alors la suivante. Le principe transcendantal de la causalité est toujours valable à titre de loi originaire (*ursprüngliches Gesetz*) de l'expérience, quelles que soient les circonstances et le type de nature envisagé, mécanique ou technique, puisque la causalité mécanique s'articule avec le jugement téléologique (la finalité ne gomme pas le mécanisme mais est une façon de l'interpréter et de le comprendre, puisque lui-même ne fait pas sens). Il n'est pas possible de concevoir en effet un moment de l'expérience et de l'institution de la nature où les principes de l'entendement ne seraient pas à l'œuvre. Le bon critère du partage entre le déterminant et le réfléchissant n'est pas de savoir si le principe transcendantal universel est ou non déjà donné – puisqu'il l'est toujours – mais de savoir comment, une fois que l'on se retrouve confronté à l'existence, on peut adjoindre aux lois régulatrices de l'entendement, qui sont déjà données, une autre ressource cognitive que celles des catégories, afin de constituer la liaison nécessaire des perceptions, lorsqu'on part de ces mêmes perceptions afin de les unifier, ainsi que les Analogies de l'expérience invitent à le faire. La véritable question qui se pose concernant le partage entre jugement déterminant et jugement réfléchissant est donc de savoir comment, sur fond de constitution catégoriale de la nature, le sujet doit *a priori* se munir de principes qui lui permettront de procéder à ce minimum d'induction requis afin de s'orienter dans l'existence et de constituer la liaison nécessaire des phénomènes non plus de façon générale mais locale, en présence de telles ou telles perceptions, afin de constituer le système de l'expérience au niveau empirique. Tel est le défi que sert à relever le principe de finalité formelle. Parce que l'existence recouvre la perception et qu'établir une liaison nécessaire des phénomènes revient à établir des lois empiriques, l'*application* des principes régulateurs des Analogies suppose nécessairement l'exercice du jugement réfléchissant qui, grâce à son principe de finalité formelle, vient en renfort des principes dynamiques, dont il est le complément architectonique. Comment fonctionne alors cette alliance du régulateur dynamique et du réfléchissant ?

2. Le recours à la finalité objective en science

Le principe de finalité formelle décrit dans la première Introduction de la *CFJ* doit être spécifié. C'est le recours à la finalité formelle objective décrite au § 62 de la *CFJ* qui va permettre de montrer comment la réflexion s'exerce lorsqu'elle prend le relai des principes régulateurs de l'entendement afin de systématiser des perceptions qui n'offrent

par elles-mêmes aucun élément de cohésion mais dont la raison, poussée par sa fonction de totalisation, cherche à fournir un principe d'unité systématique. L'analyse du concept de finalité objective va nous permettre de montrer que *le jugement réfléchissant actualise le pouvoir cognitif de la raison* en mettant en œuvre les lois transcendantales de continuité et d'affinité dont le caractère régulateur complète dans l'Appendice à la Dialectique transcendantale celui des Analogies de l'expérience.

Le § 62 de la *CFJ* prolonge les analyses de l'Appendice à la Dialectique mais aussi du § 38 des *Prolégomènes*. Dans ces trois textes, qui s'éclairent mutuellement, Kant analyse la façon dont les observations astronomiques ont été unifiées grâce à l'utilisation des sections coniques². Il montre comment cette unification a conduit à chercher un seul et même principe d'unité cosmologique qui a débouché sur la découverte – faudra-t-il dire l'invention ? – de la force de gravitation universelle par Newton (*CRP*, III, 438-9 ; A 662-3/B 690-1). Kant écrira d'ailleurs dans l'*Opus postumum* que « la question est de savoir si on peut conclure des analogies de Kepler à l'attraction universelle de toute matière, ou si seulement il a fallu élaborer encore une hypothèse »³. Nous allons suivre ce parcours qui va de Galilée à Newton en passant par Kepler afin de voir comment il a permis à Kant d'élaborer une théorie transcendantale de l'invention scientifique. On a là un cas exemplaire, dans l'épistémologie transcendantale, d'articulation entre entendement, raison et réflexion, qui permet de décrire avec précision le rôle joué par le principe de finalité et d'affinité dans la connaissance.

Le principe de finalité formelle s'applique d'abord à la *Naturforschung*. Ainsi que le souligne le § V de la seconde introduction de la *CFJ*, la catégorie de la causalité laisse entièrement indéterminée la façon dont les « objets de la connaissance empirique » (*CFJ*, V, 183) peuvent être déterminés suivant des « espèces de causes » dont le principe de la deuxième Analogie ne dit rien. La légalité du contingent pensée en vue de la possibilité de l'unité systématique de l'expérience selon des lois empiriques concerne ainsi au premier chef astronomie et physique. D'après le § II de la première introduction de la *CFJ*, le principe de finalité formelle permet de rassembler expériences et lois particulières sous des

2 Kant écrit que les géomètres de l'Antiquité « étudiaient les propriétés de l'ellipse, sans soupçonner que l'on pouvait également trouver une pesanteur dans les corps célestes et sans connaître la loi de leurs différentes distances par rapport au centre de gravitation, loi qui permet à ce corps de décrire cette ligne dans un mouvement libre » (*CFJ*, V, 363). Cela tient à ce que, nous allons le voir, il y a finalité objective lorsque les propriétés d'un objet, d'une procédure ou d'un schème de construction sont investies dans un domaine d'application qui ne leur était pas initialement destiné, en vue de répondre à une demande d'intégration et de systématisation de données encore non unifiées. Suivant l'indication de Kant, c'est ce qu'illustre l'utilisation par Galilée des propriétés de la parabole démontrées par Apollonius, afin de construire le mouvement des projectiles. Dans la quatrième journée des *Discours et démonstrations concernant deux sciences nouvelles* (1638), le physicien italien utilise deux propositions des théorèmes des sections coniques afin de « prouver que la trajectoire décrite par un mobile pesant, alors qu'il descend d'un mouvement composé d'un mouvement horizontal uniforme et du mouvement naturel de chute, est une demi-parabole ». C'est dans le but de résoudre le problème de cette composition, inédite, de deux mouvements d'abord conçus comme hétérogènes – puisque le mouvement inertiel et le mouvement naturellement accéléré semblent de prime abord sans commune mesure – que Galilée se sert des propriétés de la parabole. Dans les mots de Kant, le physicien procède à « l'application de cette parabole à la trajectoire des corps lourds » (*CFJ*, V, 363).

3 *Opus postumum* (XXII, 523), trad. F. Marty, Paris, PUF, 1986, p. 118.

lois plus générales afin de produire la connexion systématique indispensable à l'unité de la nature en tant que produit de « l'expérience particulière » (*besondere Erfahrung*). On interprète généralement cette finalité en lien avec le règne du vivant (les formes de vie classées en genres et espèces), les formes organisées et leurs forces formatrices (cf. la constitution d'un oiseau dans le § 61), mais le § 62 déjoue cette articulation trop vite consommée entre vie et finalité objective, et il indique de façon décisive que ce principe de finalité est d'abord à l'œuvre en mathématique et en physique, au niveau de l'articulation entre figures géométriques et phénomènes célestes. Comme dans l'Appendice à la Dialectique et le § 38 des *Prolégomènes*, le rôle joué par les sections coniques dans la découverte de la gravitation universelle apparaît alors comme une composante essentielle du procès de la science. Toutefois, au lieu de se présenter comme une pure et simple application des lois de l'entendement (notamment celles de la Mécanique des *Premiers principes métaphysiques de la science de la nature*, ainsi que le soutient M. Friedman⁴), l'unification des lois de Kepler dans la synthèse newtonienne révèle la fécondité de ressources cognitives de la raison et du jugement réfléchissant puisque, d'après Kant, ce sont d'abord l'affinité et le principe de finalité qui sont ici à l'œuvre⁵.

La distinction entre jugement déterminant et jugement réfléchissant pourrait laisser croire que le principe de finalité (*Zweckmäßigkeit*) n'a aucune fonction épistémologique dans le domaine des forces motrices mais le § 62 de la *CFJ* indique rigoureusement l'inverse⁶. Lorsqu'il s'agit d'unifier phénomènes et lois empiriques (ainsi les lois Kepler dans la théorie newtonienne de la gravitation), finalité, continuité et affinité jouent un rôle central car elles fondent et assurent la possibilité d'*extrapoler* un principe valable dans une situation cognitive dans une autre situation qui ne lui ressemble pas. Au début du § 62, Kant commence par expliquer que « toutes les figures géométriques qui sont tracées selon un principe témoignent d'une finalité objective variée et souvent admirée », qui permet de résoudre de nombreux problèmes selon un unique principe. Cette finalité, qualifiée d'objective et d'intellectuelle par opposition à la finalité seulement subjective et esthétique, « exprime la propriété qu'a la figure d'engendrer de nombreuses formes que l'on se propose comme fins » (*CFJ*, V, 362). Il y a finalité dans une figure dès lors qu'elle sert d'opérateur pour la construction d'autres figures, afin de résoudre des problèmes avec lesquels elle n'a de prime abord aucun lien. Cette procédure relève de la faculté de juger réfléchissante parce qu'elle ne découle pas « de l'appréciation de l'objet d'après ses propriétés » (*CFJ*, V, 365), ni même du concept de l'objet, et parce qu'elle fournit immédiatement une solution universelle, valable pour toutes les constructions possibles. Elle permet ainsi de remonter du particulier, donné sous les traits d'une construction singulière, à l'universalité de la loi

4 C'est la thèse des chapitres 3 et 4 de *Kant and the Exact Sciences*. Nous allons préciser les raisons pour lesquelles nous ne suivons pas son interprétation du § 38 des *Prolégomènes* et de la construction kantienne de la gravitation. Le premier point à souligner est que Friedman interprète le § 38 en lien avec les *Premiers principes*, en projetant rétrospectivement les lois de la Mécanique, qui datent de 1786, sur le texte des *Prolégomènes*, qui date de 1783, mais sans jamais relever le lien, pourtant évident, avec l'Appendice à la Dialectique et le § 62 de la *CFJ*.

5 Friedman passe complètement ce point sous silence.

6 On doit à Pierre Kerszberg d'attirer l'attention sur ce paragraphe important mais souvent méconnu de la troisième *Critique*, cf. *Kant et la nature*, Paris, Les Belles Lettres, 1999, chap. 5, p. 276-280.

ou du principe qui permet de fournir la solution du problème que l'on cherche à résoudre et de l'appliquer à d'autres figures.

Dans l'exemple de Kant, il s'agit de construire deux lignes qui « doivent se couper l'une l'autre, de sorte que le rectangle formé par les deux segments de l'une soit égal au rectangle formé par les deux segments de l'autre » (*ibid.*⁷). Relativement à ce problème, le cercle révèle sa finalité objective dans la mesure où « toutes les lignes qui se coupent à l'intérieur d'un cercle, dont la circonférence limite chacune d'elles, se divisent d'elles-mêmes suivant cette proportion » (*CFJ*, V, 362-363). Le fait d'inscrire, de façon tout à fait arbitraire, les deux segments de droite dans un cercle, est ce qui permet d'apporter une solution au problème (et même un nombre infini de solutions qui conservent toutes la même proportion). Il y a alors finalité dans la mesure où le cercle semble jouir d'une propriété qui n'est pas seulement géométrique puisque c'est son *usage, en vue* de la solution, qui révèle cette finalité que l'on fait entrer soi-même dans la figure (*CFJ*, V, 365). Or cet usage est une extrapolation vis-à-vis du cercle et de son concept. Le fait d'utiliser la figure comme *moyen en vue d'une fin* ne relève pas d'une considération géométrique ni même d'une découverte d'une propriété du cercle. On détourne ainsi la figure de son sens initial et de son concept, afin d'utiliser sa structure en vue de résoudre le problème de la construction indéterminée de deux segments de droites ou d'une base et d'un sommet. On découvre et exploite ainsi une *virtualité heuristique* de l'inscription de la figure dans l'espace, qui ne permet en aucun cas de lui assigner une nouvelle propriété objective mais seulement de s'en servir comme d'un instrument dans un autre contexte. Le cercle n'a en lui-même aucune fonction, aucune utilité, mais il peut s'avérer utile dans bien des contextes où il apparaît comme une pièce maîtresse des constructions.

Cette analyse de la finalité objective anticipe d'une certaine façon la thèse de Claude Lévi-Strauss sur le bricolage dans la *Pensée sauvage*. Le géomètre utilisant le cercle apparaît comme un bricoleur qui détourne un objet de sa fonction afin de l'inscrire dans un montage inédit où son insertion est gouvernée par le jugement réfléchissant, en vue de l'efficacité recherchée. Dans cette situation, un signifié inédit émerge du jeu des signifiants – qui sont toujours plus ou moins flottants – et le bricolage apparaît comme l'image de l'activité symbolique ou se révèle l'excès de sens vis-à-vis des ressources limitées du système de signes dont on dispose pour penser. Il en va de même pour la finalité objective en géométrie. Il est admirable de voir que c'est « dans une figure aussi simple que le cercle [que] réside le fondement de la solution d'une foule de problèmes, dont chacun exigerait pour soi maints préparatifs, alors que cette solution résulte quasiment d'elle-même, en tant que l'une des propriétés remarquables et infiniment nombreuses du cercle » (*CFJ*, V, 362). Le cercle est comme la pièce centrale d'un jeu de formes où il s'insère de façon arbitraire et fortuite – puisqu'il revient à la seule décision du géomètre de l'employer comme méthode de résolution d'un problème – mais tout à fait probante, si bien

7 Le même exemple est mobilisé dans le § 38 des *Prolégomènes* où le propos de Kant exprime déjà en grande partie ce qui sera repris dans le § 62 de la *CFJ*, le développement sur la finalité objective en moins, bien entendu, ce qui n'est pas négligeable.

que la finalité n'est pas seulement considérée comme subjective mais aussi comme objective et même inscrite « dans l'essence des choses (dans la mesure où leurs concepts peuvent être construits) » (CFJ, V, 364).

Tout se passe donc *comme si* la circonférence du cercle était destinée à résoudre le problème des segments de droites en fournissant d'un seul coup toutes les solutions possibles. La règle de production du cercle apparaît comme contenant en elle-même un tel usage, extrinsèque à la figure, mais qui semble comme pré-adapté à la construction d'autres figures ainsi qu'à la résolution d'une « foule de problèmes ». Or, une telle puissance heuristique du cercle dans son usage finalisé n'est ni pensée dans son concept ni requise en tant que condition de sa construction, si bien que les « solutions finales appropriées » qu'il fournit et qui « n'étaient pas pensées dans la règle de leur construction » (CFJ, V, 363) – exactement comme la bonne pièce dans un montage bricolé – ne peuvent apparaître que dans l'acte de construction.

C'est ainsi que le travail de construction se ramène au plus près du jugement réfléchissant. C'est en partant du cas singulier construit dans l'intuition que l'on est en mesure de remonter à la règle universelle : le cercle est le « lieu géométrique » qui contient « toutes les solutions » (V, 362) mais cela ne peut se manifester que lorsque je construis la figure puisque rien, dans son concept, ni dans l'énoncé du problème, ne me permet de le présumer. Il faut donc « bricoler » avec la figure, la manipuler afin d'en découvrir la finalité objective virtuelle. *La finalité s'observe et se découvre dans la construction de la figure comme une propriété fortuite de l'existence, elle ne se déduit pas de l'essence.* Pas plus que l'être, elle n'est un prédicat réel. Le paragraphe s'ouvre ainsi sur cette considération d'existence tout à fait essentielle : « toutes les figures qui sont tracées [gezeichnet] selon un principe témoignent [zeigen] d'une finalité objective... ». Ce n'est pas l'essence du cercle, la considération de la possibilité d'une telle figure (son existence logique), qui font voir (zeigen) sa finalité, mais son existence en tant que figure tracée, donnée dans l'intuition (pure ou empirique). C'est pourquoi « la conformité de l'objet au besoin des règles, qui est propre à l'entendement, apparaît comme contingent en soi, et n'est donc possible que par une fin expressément dirigée dans ce sens » (CFJ, V, 364, nous soulignons). L'usage de la figure et sa finalité objective demeurent contingents par rapport à son concept, comme l'existence par rapport à l'essence. Là encore, comme dans le bricolage, l'existence révèle une propriété inattendue et par là même source d'admiration : la figure apparaît comme moyen en vue d'une fin, « expressément dirigée dans ce sens », et que seul l'esprit projette. La finalité objective représente une sorte de *bricolage transcendantal* qui n'est autre que l'expression de l'ingéniosité à l'œuvre dans l'exercice de la faculté de juger, laquelle n'est jamais une science mais toujours un art qui relève du don naturel (*Naturgabe*) et ne peut être appris⁸.

Seule la réflexion sur la figure singulière permet de conquérir l'universalité du principe de construction. Le choix qui consiste à inscrire les droites qui se croisent dans un

8 L'ingéniosité de l'exercice du jugement, étymologiquement liée à l'*ingenium* et à ce que l'art de juger révèle d'inné, apparaît ainsi comme l'exact contraire de la bêtise (*Dummheit*) évoquée dans l'introduction de la faculté de juger de la *Critique* (CRP, III, 132, note).

cercle afin de *voir* les segments ainsi délimités *comme* des cordes, n'appartient pas au concept et ne peut être pensé par l'entendement comme si la propriété ainsi découverte était donnée avant la construction. *Voir* les segments de droites *comme* des cordes, *voir* le cercle *comme* une section conique, c'est avoir recours à un mode d'intelligibilité qui procède par affinité et non plus par concepts, c'est extrapoler les propriétés de certaines figures afin de résoudre un problème dans une autre figure, c'est inventer des opérateurs de solutions grâce à une démarche où la faculté de penser par concepts n'a plus rien à faire. Car c'est introduire de la finalité là où il n'y en pas. Cet acte correspond à une liberté épistémique qui ne relève que de l'appréciation (*Beurteilung*) subjective de l'état de chose représenté sous le point de vue de la finalité. La faculté de juger réfléchissante est une maxime subjective qui ne détermine pas les objets mais seulement le rapport de la représentation à ses objets.

3. Finalité et unité systématique

Le travail de la réflexion réfléchissante se poursuit ensuite à deux autres niveaux. D'abord on réintègre le cercle dans les sections coniques et on unifie celles-ci du point de vue de la finalité objective. Ensuite, on effectue le passage de la représentation géométrique à la représentation des phénomènes astronomiques, procédé qui va finalement conduire à la postulation d'une loi de gravitation universelle. Il est important d'indiquer le rôle essentiel joué, dans tout ce processus, par les principes d'unité systématique de la raison, les lois de continuité et d'affinité structurant l'exercice du jugement réfléchissant.

Le rôle du *focus imaginarius* dans l'Appendice à la Dialectique transcendantale montre que la difficulté inhérente au projet d'unité systématique de l'expérience se ramène au fait qu'*on ne peut jamais unifier l'expérience qu'en ayant recours à ce qui la dépasse*. L'unité systématique du donné réside toujours au-delà du donné. Mais cela se comprend si l'on précise que les phénomènes sont toujours reçus comme des agrégats et des rhapsodies de perceptions alors que leur unité, elle, ne l'est jamais, et c'est pourquoi la solution est de *sortir du donné* afin d'en trouver l'unité. Le jugement réfléchissant et le principe de la finalité formelle n'ont pas d'autre raison d'être. Il y a une tension essentielle entre l'idée de nature, que nous nous représentons comme étant nécessairement liée en un système, et l'expérience qui se présente d'abord sous la forme d'une « inquiétante disparité sans bornes des lois empiriques » (*CFJ*, XX, 209) ainsi qu'y insiste le § IV de la première Introduction de la *CFJ*. Il revient au principe de l'affinité de résoudre une telle tension afin de prendre en charge l'unification des lois empiriques sous des lois plus élevées et plus générales. Ce principe contribue à réaliser l'unité systématique de l'expérience dont la dynamique interne et inépuisable se situe précisément dans cette tension entre le donné, qui est toujours en attente d'unité, et cette même unité que l'on doit trouver par réflexion si l'on veut parvenir à connaître la nature en tant que système. Et l'on ne trouve pas de plus bel exemple de ce travail de l'affinité que dans l'analyse de l'invention newtonienne de la gravitation universelle à partir des lois de Kepler. La question qui se pose alors est de savoir quel

statut épistémologique Kant accorde à la découverte de la gravitation et quel est le rôle joué par les sections coniques dans cette découverte qui a permis d'unifier l'ensemble des mouvements du système solaire et de produire l'unité « d'un système du monde pour nous sans bornes, qui est lié par une seule et même force motrice » (CRP, A 663/B 691)⁹.

4. L'interprétation de Friedman

L'interprétation de Friedman dans son analyse du § 38 des *Prolégomènes* est que, bien qu'issue de données empiriques de l'observation et des lois de Kepler, la loi de la gravitation est susceptible d'être fondée *a priori* sur les principes de l'entendement pur, notamment ceux de la Mécanique qui sont une instanciation des Analogies de l'expérience dans la métaphysique spéciale de la nature corporelle¹⁰. Le statut *a priori* de l'attraction gravitationnelle tient à ce qu'elle est requise en tant que propriété immédiate et universelle de la matière afin de pouvoir déterminer les mouvements vrais des corps célestes dans le système solaire. Dans la Dynamique des *Premiers principes*, les propositions 7 et 8 indiquent à quel titre on doit accepter, contre Newton, de tenir la force d'attraction comme une force essentielle inhérente à la matière. Muni de cette aprioricité de la force d'attraction, Friedman procède alors à une reconstruction de l'argument kantien en indiquant que l'on ne peut procéder à la détermination du mouvement vrai dans le système solaire que si l'on détermine d'abord le centre de la masse de ce système, opération qui dépend à son tour de la proportionnalité entre la masse du corps attractif et l'attraction gravitationnelle, ce qui suppose de tenir la force d'attraction, responsable de la gravitation, pour une détermination *a priori* de la matière. Le point important est alors que, selon Friedman, l'interprétation kantienne de la loi de Newton éliminerait tout recours à l'induction¹¹.

L'interprétation est admirable mais s'avère peu fidèle au texte. Il est pour le moins évident que Kant ne mobilise jamais la problématique « phénoménologique » de la détermination du mouvement vrai ni le recours aux lois de la Mécanique dans le § 38 des *Prolégomènes* – et pour cause : les *Prolégomènes* datent de 1783 alors que les *Premiers principes* datent de 1786. C'est seulement par projection rétrospective que l'on peut

9 Pour une interprétation de la loi de gravitation et son inscription dans le contexte philosophique et scientifique de l'époque, on lira avec profit les analyses de Gerd Buchdahl dans « Gravity and Intelligibility : Newton to Kant », *Kant and the Dynamics of Reason*, Oxford/Cambridge (Mass.), Blackwell, 1992, p. 245-270. Buchdahl montre bien comment, en dépit du scepticisme de ses prédécesseurs (notamment Leibniz et Berkeley, qui tenaient l'action à distance pour une qualité occulte ; et Locke, pour qui elle était proprement inintelligible) ou de l'agnosticisme de Newton (*sic*, p. 249), Kant a voulu donné un statut de rationalité non seulement à la loi mais aussi à la force de gravitation, notamment dans le théorème 7 la Dynamique des *Premiers principe*.

10 Friedman écrit notamment ceci : « Kant goes on to suggest a purely a priori derivation of the law of gravitation », *Kant and the Exact Sciences*, *op. cit.*, p. 180 ; « this *a priori* determination of the law of gravitation is grounded (and thereby given a more than merely hypothetical or inductive status) by laws originating *a priori* in the understanding : above all, by the third law of motion, which is to realize or instantiate the third analogy of experience », *ibid.*, p. 183. Buchdahl discute également cette question du rapport entre induction et dérivation *a priori* dans « Gravity and Intelligibility : Newton to Kant », *op. cit.*, p. 157 sq.

11 *Ibid.*, p. 174-175.

analyser le lien entre les deux textes en supposant que l'écrit en 1783 s'éclaire à la lumière de celui 1786, ce qui est méthodologiquement discutable. Il ne semble pas non plus que Kant ait évacué le caractère inductif de sa reconstruction. C'est plutôt Friedman qui évacue l'induction afin de montrer comment la loi de gravitation peut être reconstruite à partir d'un fondement *a priori* ayant ses assises dans les lois de l'entendement¹². Kant écrit certes que la nature « repose sur des lois que l'entendement peut connaître *a priori* » (IV, 321) mais, ainsi que le précise le § 36 des *Prolégomènes*, la nature dont il est ici question est « la nature en général » qui est « tout à fait identique à la simple légalité universelle de la nature » (IV, 319) en tant que corrélat de l'unité originairement synthétique de l'aperception. Or la nature en général n'est pas la nature particulière où l'on observe la chute des corps et où agissent les forces d'attraction et de gravitation, et dont de l'unité systématique résulte du travail du jugement réfléchissant.

À s'en tenir à la lettre du texte du § 38 des *Prolégomènes*, il est au contraire manifeste que Kant retrace un processus inductif au cours duquel nous étendons tout d'abord aux représentations spatiales des diverses sections coniques ce qui vaut initialement pour le cercle, puis à l'espace physique ce qui vaut initialement de l'espace géométrique. À aucun moment il n'est question de mobiliser les lois de la Mécanique ni les principes de la Phénoménologie, si bien que l'on peut proposer une interprétation exactement inverse de celle de Friedman : telle que la conçoit Kant, la découverte de la loi de gravitation n'est pas le fruit d'une reconstruction qui prend l'allure d'un jugement déterminant où l'on appliquerait les principes purs de l'entendement au divers des connaissances empiriques mais le résultat d'un processus inductif qui correspond exactement à la démarche du jugement réfléchissant, au cours de laquelle la détermination du principe universel de l'unité systématique est obtenu par affinité et continuité grâce à la finalité formelle objective des figures. L'analyse de la démarche de Newton va d'ailleurs le confirmer¹³.

5. La légalisation du contingent : le point de départ de Newton dans le De Motu

Il est en instructif de regarder la preuve des lois du mouvement apportée dans le *De motu* en 1684, dans un ouvrage préparatoire aux *Principia* dans lequel, à la suite d'une

12 Une critique intéressante épistémologique de la reconstruction de Friedman a été avancée par Scott Tanona : « The Anticipation of Necessity : Kant on Kepler's Laws and Universal Gravitation », *Philosophy of Science*, 2000, vol. 67, n°3, The University of Chicago Press, p. 421-443.

13 Outre les critiques que l'on vient de formuler, Friedman n'insiste pas assez sur le fait que Kant distingue nettement l'attraction, en tant que propriété essentielle de la matière, de la loi de gravitation, en tant que principe mathématique, et néglige le fait que la première est prouvée dans la Dynamique en vertu de considérations tout à fait indépendantes de la théorie newtonienne des forces centrales (qui vont même contre elle, puisque – et Kant le critique sur ce point – Newton refusait l'idée d'une action à distance). Il est donc loin d'être acquis que Kant ait voulu proposer une justification transcendantale de la gravitation à l'appui des principes de la Mécanique et de la Phénoménologie, comme si cette justification devait s'opposer à l'induction à partir des lois de Kepler. Les textes que nous analysons sont beaucoup plus proches d'un procédé inductif à partir des sections coniques que d'une reconstruction à partir des principes transcendants de l'entendement.

question posée par Halley concernant la courbe décrite par les planètes, le physicien anglais est parvenu à donner une formulation géométrique de la force centripète et à unifier les lois de Kepler – sans pour autant formuler une théorie de la gravitation universelle qui n'apparaîtra que dans les *Principia*, en 1687¹⁴.

Dans la situation dans laquelle Newton se trouvait dans les années 1670-1680, il disposait de tous les éléments du problème et son génie fut seulement, si l'on peut dire, de trouver la bonne façon de rassembler ces données dans une seule et même perspective capable de les articuler de façon systématique. L'idée selon laquelle l'attraction diminue en proportion inverse du carré de la distance est suggérée par Kepler dans le chapitre 36 de l'*Astronomia Nova*, où la diminution de la « vertu » qui attire les planètes vers le Soleil est considérée comme analogue à celle de la lumière. La proportion du carré de la distance qui exprime la diminution de la lumière exprime donc aussi celle de la force d'attraction¹⁵. Cette analogie permet d'établir un premier niveau d'induction. La recherche de Newton ne s'est pas instaurée sur un fond vide de connaissances. Elle prolonge des intuitions et des hypothèses antérieures, plus ou moins justifiées et menées à leur terme. Ainsi les savants britanniques qui constituaient son entourage à la Royal Society, notamment Hooke, Halley et Wren, cherchaient à savoir si et comment cette proportion intervient dans la révolution des planètes. F. De Gandt résume bien la situation : « L'affaiblissement de la force proportionnel au carré de la distance permet-il d'expliquer les particularités des mouvements célestes, notamment la forme elliptique des orbites ou les rapports des périodes des planètes ? On avait observé que les planètes marchaient d'autant plus lentement qu'elles étaient plus loin du Soleil, et Kepler avait même donné une loi pour cette dépendance : la vitesse des différentes planètes varie avec leur distance au Soleil de telle manière que le cube du rayon de l'orbite est proportionnel au carré de la période [il s'agit de la troisième loi de Kepler]. Ces propriétés des mouvements célestes pouvaient-elles résulter de l'action d'une force variant comme $1/R^2$? »¹⁶. Newton n'est donc pas parti de rien, bien au contraire. Hooke avait découvert en 1679 que l'attraction est toujours inversement proportionnelle au carré de la distance et Halley, qui joua un rôle décisif dans ses échanges avec Newton, avait prouvé en 1683 le rapport entre la troisième loi de Kepler et la variation de la force suivant la proportion inverse du carré de la distance, sans réussir à établir la façon dont ce rapport peut engendrer la forme elliptique des trajectoires célestes, ainsi que le veut la première loi de Kepler. Il interroge ainsi Newton à l'été 1684 pour savoir quelle serait la forme engendrée par cette proportion et Newton lui répond que

14 Newton, *De la gravitation*, suivi de *Du mouvement du corps*, trad. M.-F. Biarnais et F. De Gandt, Paris, Gallimard, 1995 (Belles Lettres, 1985). On se reportera à l'excellente présentation de l'ouvrage par F. De Gandt, *op. cit.*, p. 86-108.

15 F. De Gandt l'explique ainsi : « Un élément de surface reçoit donc une quantité de lumière inversement proportionnelle au carré de sa distance à la source. Si la force qui pousse ou attire les planètes vers le Soleil est analogue à la lumière, elle devrait diminuer selon cette même loi », *op. cit.*, p. 89. Cf. également A. Koyré, *Études newtoniennes*, Paris, Gallimard, 1968, p. 15 : « Or, l'intensité de la lumière est inversement proportionnelle au carré de la distance de sa source ; il faudrait donc, si la similitude était complète, que la force motrice s'affaiblisse dans la même proportion. »

16 F. De Gandt, *op. cit.*, p. 89.

ce sera nécessairement une ellipse et qu'il a calculé ce rapport¹⁷. Afin d'aboutir à un tel résultat, le nœud de l'affaire semble donc avoir été le suivant. Peut-on arriver à montrer que la même variation de la force, dont la proportion est inverse au carré de la distance, explique à la fois la variation de la vitesse (suivant la troisième loi de Kepler) et la forme elliptique (suivant la première) des mouvements des planètes ? Peut-on trouver une proportion fondamentale rendant simultanément compte des deux premières lois de Kepler et permettant de les unifier en un seul et même principe ?

6. Une démonstration qui fait force de loi

Cette question n'est autre que celle de l'affinité de lois empiriques des § IV à VI de la première introduction de la *CFJ*. L'affinité des lois Kepler, que Newton va parvenir à unifier dans une loi qui sera à terme celle de la gravitation universelle, a des prémisses mathématiques qui sont démontrées de façon exemplaire dans le *De motu*.

Moyennant le recours à la finalité objective, le jugement réfléchissant doit établir que l'affinité des phénomènes et des lois empiriques se présentant sous forme d'agrégats et de perceptions hétérogènes résulte de l'unité d'une loi universelle capable de les subsumer. Le processus part de données de l'observation (les lois de Kepler sont des généralisations des observations de Tycho Brahé notamment) mais il ne doit pas être considéré trop vite comme étant empirique si l'on entend par là qu'il demeure soumis à la contingence et à la relativité de l'induction. Car ce qui compte au contraire, c'est de procéder à la *légalisation du contingent* grâce à laquelle on obtiendra la formulation d'une loi jouissant de nécessité et d'universalité, deux critères sans lesquels la nature ne serait pas conforme à son concept formel. La connexion systématique des phénomènes en une expérience ne peut résulter que d'une *connexion légale* (*gesetzmäßiger Zusammenhang*, *CFJ*, § II, XX, 203).

Comment obtenir l'apodicticité et l'universalité à partir de données empiriques, si l'on veut éviter une généralisation inductive dont le prix à payer serait l'incertitude et la précarité des lois formulées ? Comment établir une *nécessité matérielle*, empirique ? La légalisation du contingent ne peut s'obtenir que *more geometrico*, à travers un procédé de construction capable d'engendrer l'apodicticité. F. De Gandt souligne bien ce point : « personne avant Newton n'avait accepté cette « loi » [des aires] comme un principe indubitable : pour les astronomes entre Kepler et Newton, c'était à la rigueur un truc de calcul commode, mais on avait avantage à le remplacer par d'autres méthodes d'évaluation plus rapides et tout aussi plausibles. Or Newton accepte ce principe comme point de départ de sa théorie, l'énonce en toute généralité et le *démontre* avec une économie inouïe [...] Newton a attendu de pouvoir la *démontrer* [la loi des aires] pour l'admettre comme vraie. »¹⁸ L'utilisation de la seconde loi de Kepler ne relève donc pas d'une induction empiriste. Newton cherche à l'établir non plus comme une généralisation approximative permettant de mesurer le temps de parcours des planètes (ce que faisait Kepler) mais

17 La lettre de Halley à Newton du 29 juin 1686 est citée par F. De Gandt, *op. cit.*, p. 91.

18 F. De Gandt, « Commentaire du *Mouvement des corps* », *op. cit.*, p. 214-215 (nous soulignons).

comme un premier principe indubitable de la construction de toute force centripète. La démonstration qu'il en propose relève d'une révision épistémologique dont le sens transcendantal ne doit pas nous échapper car par cette démonstration, le physicien anglais situe d'emblée cette loi au niveau de nécessité et d'universalité dont se réclame et dont se nourrit toute science « proprement dite » (*eigentlich*, selon le leitmotiv de la Préface des *Premiers principes*). La démonstration newtonienne de la loi des aires permet ainsi de dire non plus, comme chez Kepler, que tel *est* le rapport entre temps et aires, mais qu'il *doit* être ainsi et que, de ce fait, « tous les corps qui tournent décrivent par les rayons menés au centre des aires proportionnelles au temps », ainsi que l'énonce le premier théorème du *De Motu*¹⁹. La nécessité conquise par voie démonstrative fait ainsi force de loi et permet d'affirmer que ce n'est pas seulement ainsi que l'on peut se représenter la proportionnalité entre temps et aires mais que l'on doit se la représenter suivant une telle proportion pour tous les mouvements produits par une force centripète.

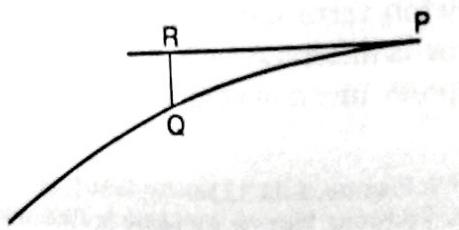
La légalisation du contingent nous fait passer de la description (Kepler) à la loi (Newton). On conquiert ainsi la nécessité propre à la « connexion nécessaire » des perceptions dont les Analogies de l'expérience font leur objet. Le *nexus rerum* des perceptions suppose une nécessité matérielle que le physicien retrouve seulement lorsqu'il parvient à l'exprimer par une nécessité formelle, dans une opération démonstrative de construction, comme si la forme de la démonstration épousait mathématiquement la nécessité de la connexion réelle des phénomènes (puisque la construction se fait dans l'intuition mais qu'elle vaut des phénomènes). C'est d'ailleurs ce que soulignera Kant dans le § 38 des *Prolégomènes*. La loi acquiert une nécessité matérielle et formelle, physique et géométrique, qui fait qu'« on ne peut concevoir comme convenable pour un système du monde aucune autre loi » (*kein ander Gesetz*, *Prolégomènes*, IV, 321.24, nous soulignons) que celle, pour le cas qui nous occupe, de la proportion entre aires et temps selon la seconde loi de Kepler. Parmi d'autres options possibles – puisque d'autres astronomes utilisaient des proportions différentes –, s'en impose une qui n'est plus un artifice descriptif, un « truc de calcul commode » comme dit F. De Gandt, mais qui fera désormais force de loi. La géométrisation de la force centripète et sa démonstration du *De motu* marquent ainsi une étape décisive dans la découverte de la loi de la gravitation car elles permettent de construire dans l'intuition pure la proportion de la force d'attraction qui règle le mouvement elliptique et qui fournit la réponse au problème de l'unification des données astronomiques restées chez Kepler à l'état d'agrégats.

7. L'affinité et le « comme si » épistémologique : l'ingéniosité de Newton

Certains aspects de la démarche de Newton permettent de fournir un contenu épistémologique précis au concept d'affinité qui sert à régler l'unité systématique des données hétérogènes de l'expérience (*CFJ*, XX, 209 sq.). On peut ainsi voir fonctionner l'affinité et décrire la façon dont elle opère dans le contexte des lois physiques.

19 *Ibid.*, p. 157.

Définie comme *communauté du dissemblable* dans l'*Anthropologie* (§ 31, C), l'affinité se conjugue avec la finalité objective que Kant inscrit dans l'usage des figures géométriques. C'est en vue de se représenter la force centripète du point de vue de sa construction que Newton surcharge la représentation géométrique du mouvement de significations physiques. En nous reportant au schéma de la déflexion reproduit ci-dessous et fourni par F. De Gandt (*op. cit.* p. 99), le coup de génie de Newton réside dans l'*interprétation* qu'il propose de la déflexion (RQ) *en tant que mouvement de chute*. Le mouvement curviligne du corps (PQ) est interprété comme une déviation par rapport à sa trajectoire inertielle (PR) et cette même déviation est ensuite interprétée *comme si* le corps



tombait depuis ce trajet inertielle²⁰.

C'est dans cette interprétation physique d'un schéma géométrique, qu'aucune connaissance de l'époque ne permet de formuler ni de légitimer, que réside le sens prodigieux de l'invention de Newton et l'usage de la finalité objective. Sa trouvaille réside dans le fait de faire *comme si* la parabole était une déflexion et *comme si* cette déflexion était un mouvement de chute – le *comme si* exprimant tout le travail de l'affinité.

L'idée de mesurer la force centripète par la déflexion implique un usage implicite de ce qui deviendra dans les *Principia* les deux premières lois du mouvement et que Newton n'a pas encore formulées en 1684. D'une part, en effet, il faut tenir l'inertie pour une propriété universelle et nécessaire du mouvement des corps – ce sera la première loi des *Principia* – et il faut pouvoir (se) la représenter. Dans le schéma ci-dessus, le trajet inertielle est figuré par la tangente à la courbe qui représente la ligne droite que décrirait le mouvement s'il ne subissait pas l'attraction de la force centripète que l'on cherche à mesurer. D'autre part, il faut tenir compte du fait que tout mouvement non inertielle exprime l'action d'une force et que de ce fait « le changement de mouvement est proportionnel à la force motrice imprimée » (ce sera la seconde loi des *Principia*). Dans le schéma, c'est l'arc de cercle qui décrit ce changement dont il faut présupposer qu'il exprime l'action de la force motrice. Cela revient à dire que l'écart entre la tangente et la courbe est interprété comme un mouvement physique que Newton va mesurer grâce à la loi galiléenne de la chute des corps, comme si la déflexion était un mouvement de chute, dans un contexte où rien n'autorise cependant à l'appliquer puisque la chute des graves est un phénomène

20 F. De Gandt écrit d'ailleurs que la longueur QR « représente *une sorte* de trajet de chute », *op. cit.*, p. 99. (nous soulignons).

terrestre mais que les lois de Kepler valent des mouvements célestes. En 1687, Newton ne pourra donc affirmer dans les *Principia* la valeur universelle de ces deux premières lois en tant qu'axiomes du mouvement que dans la mesure où il sait qu'elles sont opératoires parce qu'il en a déjà reconnu la valeur épistémologique dans ses démonstrations du *De motu*.

La première étape de sa construction consiste à supposer qu'on doit pouvoir mesurer la proportionnalité entre mouvement curviligne et action de la force centripète à condition de pouvoir mesurer la déflexion, c'est-à-dire l'écart entre le mouvement curviligne et la trajectoire inertielle. Le trajet inertiel doit être tenu pour un trajet virtuel afin que la déflexion puisse être mesurée en tant qu'elle exprime l'action de la force centripète. Car cette dernière action est réelle et la force centripète s'imprime sur le corps en le déviant de ce que serait sans cela sa trajectoire inertielle. La déflexion que l'on cherche à mesurer est donc un mouvement et un segment *virtuel* : il n'a aucune réalité physique et n'est nulle part observable puisque le seul mouvement donné est celui de la courbe. On va donc mesurer la force par rapport à un segment qui n'a aucune réalité et qui n'existe que pour les besoins de la construction. On interprète ainsi l'écart entre la tangente et la courbe *comme si* il représentait un mouvement physique qui est celui de la chute d'un corps du point R au point Q. Le segment QR est un trajet virtuel que l'on décide de *voir comme* une déflexion afin de pouvoir mesurer l'action de la force centripète qui en est la cause et dont on cherche à exprimer le lien avec la forme elliptique de la trajectoire (connue par ailleurs grâce à la seconde loi de Kepler).

Cette déflexion virtuelle est interprétée comme un mouvement de chute afin de pouvoir introduire le temps dans l'opération, étape clef de la démarche. En effet, afin de mesurer la déflexion, il faut pouvoir mesurer le temps parcouru par le mobile. C'est pour effectuer ce calcul que Newton a besoin de démontrer la seconde loi de Kepler (loi des aires), car seule cette loi permet de tenir une aire pour l'expression d'un temps. En substituant au temps la mesure de l'aire du triangle formé par le balayage du rayon de l'ellipse (entre le point de départ du mobile, le point-source de la force centripète et le point d'arrivée du mobile), on obtient la variable en fonction de laquelle peut alors être mesurée la déflexion. Newton est alors en mesure de calculer la déflexion – localement, pour des espaces toujours très proches du point de déflexion – comme étant proportionnelle au carré du temps (loi de Galilée), qui n'est autre que le carré de l'aire formée par le triangle représentant le balayage du rayon de l'ellipse (loi de Kepler). Et c'est cette méthode de calcul qui lui offre la possibilité de résoudre le problème initial du lien entre la proportion inverse au carré de la distance et le mouvement elliptique des planètes. En effet, lorsque le trajet décrit par le corps céleste est une ellipse, ainsi que le veut la première loi de Kepler, la variation du rapport entre la déflexion et le temps écoulé, qui exprime l'action de la force centripète selon la distance du corps au centre de la force, est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le foyer de l'ellipse et le point où se trouve le corps sur cette ellipse. Pour la première fois, Newton parvient ainsi à démontrer que si la première loi de Kepler est vraie et que les planètes se meuvent en ellipse autour du Soleil, alors la force d'attraction que celui-ci exerce sur chacune d'entre elles varie en proportion inverse du carré de la distance qui les en sépare. Il n'est pas encore en possession de la loi universelle

de gravitation mais le chemin parcouru à partir des données initiales du problème est considérable et il fournit déjà la plupart des éléments de la future loi de gravitation. Newton a d'abord présupposé l'universalité d'une loi qu'il ne connaissait pas afin de prouver la seconde loi de Kepler.

Revenons alors au schéma. Le segment QR, représentant graphique de la déflexion virtuelle, est une longueur proportionnelle au carré du temps écoulé. Dans une reprise et une généralisation des lois de Galilée sur le mouvement naturellement accéléré et sur le mouvement des projectiles exposées dans les *Discours et démonstrations*²¹, Newton traite la description d'un mouvement céleste *comme s'il s'agissait d'un mouvement terrestre*. On voit ainsi comment l'artifice de la démonstration recourt à la finalité objective et à l'affinité. D'une part, la loi galiléenne de la pesanteur terrestre est prise pour modèle épistémologique de la mesure d'une force centripète céleste. Leur affinité est donc le corrélat d'un artifice méthodologique. D'autre part, l'introduction du schème galiléen (la mesure de l'espace parcouru est proportionnelle au carré des temps) relève d'une lecture finalisée du schéma que l'on interprète de façon *ad hoc* en vue du problème à résoudre. L'extension universelle de la loi de la gravitation qui unifie les lois de Galilée et de Kepler ne sera donc pas le résultat d'une preuve de cette loi, dans les *Principia*, mais son *principal présupposé*. Car c'est à la condition de présupposer que l'on peut considérer la déflexion comme s'il s'agissait d'une chute (phénomène nulle part observé ni observable, répétons-le, puisque le segment QR ne décrit aucun mouvement réel mais un trajet virtuel qui n'existe que sur le schéma) que l'on est capable d'en établir la règle de sa mesure. Du reste, comme l'écrit F. de Gandt, « la *parenté* entre pesanteur et force centripète est si essentielle aux yeux de Newton qu'il a remplacé l'une par l'autre dans certaines versions du *De motu* »²² : cette parenté est bien une affinité (*Verwandtschaft* dit les deux en allemand) puisqu'elle suppose une communauté de nature par-delà l'hétérogénéité des phénomènes terrestres et célestes. Et elle a des répercussions épistémologiques immédiates en termes de techniques de calcul, puisqu'on peut étendre aux lois de Kepler celles de Galilée et ainsi montrer que la forme elliptique de la trajectoire est fonction d'une variation de la force centripète.

L'universalisation de la procédure est déjà à ce stade entièrement opératoire. La parenté, ou mieux l'*affinité* entre pesanteur terrestre et force centripète indique déjà le sens de l'universalisation de la future loi de gravitation. D'où est venue la thèse de l'universalité de la force gravitationnelle ? D'une méthode de calcul – la seule dont pouvait disposer Newton mais qu'il a eu l'audace d'aller chercher du côté de la physique des graves alors que rien ne l'y autorisait ni même ne l'y invitait –, méthode qui consiste à supposer que la déflexion virtuellement exprimée par la courbe d'un mouvement céleste par rapport à sa trajectoire inertielle ne peut être mesurée par le temps écoulé que si l'on suppose « que la force qui attire les planètes vers le Soleil est analogue à la pesanteur terrestre »²³ et que, ce

21 La première dit que l'espace croît selon le rapport temporel le plus simple, qui s'ajoute de façon uniforme à lui-même, et donc comme le carré des temps ; la seconde que la composition du mouvement uniforme rectiligne et du mouvement de chute décrit une semi-parabole.

22 F. De Gandt, *op. cit.*, p. 205 (nous soulignons).

23 *Ibid.*, p. 99.

faisant, les lois de Galilée deviennent l'opérateur de résolution d'un problème d'astronomie mettant en jeu la loi képlérienne des ellipses et la variation de la force suivant la proportion inverse du carré des distances. Utilisant les lois de Galilée comme artifice technique afin de trouver le moyen de mesurer la déflexion d'un corps céleste, Newton *voit la déflexion comme une chute* et il transforme un mouvement réel curviligne elliptique en un trajet virtuel (QR) puisque, de chute, il n'y a jamais eu. La déflexion QR n'est ni une chute ni un mouvement réel, mais Newton fait *comme si* c'était le cas afin de tenir sa mesure pour l'expression de la force centripète.

Conclusion

On peut ainsi éclairer le propos de l'Appendice à la Dialectique transcendantale relatif à la gravitation qui va à rebours de l'interprétation de Friedman selon laquelle la loi de la gravitation universelle correspondrait à une application des lois transcendantales des Analogies de l'expérience et de la Mécanique au divers empirique. L'usage des sections coniques en astronomie et en physique relève des principes d'affinité et de finalité objective propres au jugement réfléchissant. L'introduction de la finalité dans les figures (notamment, comme on vient de le voir, lorsqu'on interprète une ellipse comme une déflexion exprimant la chute d'un corps depuis sa trajectoire inertielle) n'a de sens qu'envisagé du point de vue heuristique. Lorsque la raison formule une demande d'unité dont elle pressent la nécessité sans savoir comment l'obtenir sur la base des principes de l'entendement et de son unité distributive (CRP, III, 428), le jugement réfléchissant vient la seconder. La finalité objective permet en effet de détourner une propriété de son objet et de son contexte initial, afin de l'appliquer à d'autres objets de prime abord hétérogènes et dont rien n'indique s'ils sont commensurables avec les premiers mais dont on postule qu'ils peuvent l'être *moyennant démonstration* puisque seule la démonstration parviendra à montrer que le processus de construction a force de loi.

Première étape avec Galilée. L'usage d'une section conique, la parabole, et de certaines de ses propriétés, permet d'unifier le mouvement rectiligne uniforme et le mouvement naturellement accéléré de la chute des corps, d'abord tenus pour hétérogènes. Dans les termes de Kant, cela permet de procéder à « l'application de cette parabole à la trajectoire des corps lourds » (V, 363). Galilée *voit* donc le mouvement des projectiles *comme* une parabole, c'est-à-dire qu'il interprète géométriquement ce mouvement comme étant la composition de deux mouvements initialement hétérogènes et pour cela il va chercher chez Apollonius les théorèmes qui lui permettent d'en construire les propriétés. La parabole fournit ainsi les différents *ratios* requis pour la composition de ces deux mouvements hétérogènes que sont le trajet rectiligne uniforme et le mouvement accéléré. Premier détournement de la parabole, mais aussi première affinité entre mouvement rectiligne et mouvement de chute (on pourrait dire aussi entre inertie et gravité).

Newton emboîte ensuite le pas à Galilée. Il utilise la loi de la chute des corps afin de mesurer l'action de toute force centripète et l'applique à tous les mouvements curvilignes. Il utilise cette loi à l'intérieur d'un contexte céleste où elle n'a de prime abord

rien à faire puisque rien n'indique ni ne permet de suggérer que la chute des corps sur Terre exprime la même force de gravité que celle qui est en vigueur dans le système solaire. Second détournement – cette fois-ci de l'ellipse – et seconde affinité – cette fois-ci entre la chute des corps terrestres et le mouvement elliptique des planètes. Ces unifications successives conduisent de proche en proche à l'unité des lois et des causes du mouvement. Le sens inductif du procédé, qui correspond à la démarche du jugement réfléchissant, est formulé l'Appendice à la Dialectique : « c'est ainsi que nous arrivons, sous la direction de ces principes [diversité, affinité, unité] à l'unité générique de ces orbites quant à leur forme, et par là, plus loin, à l'unité des causes de toutes les lois de leur mouvement (la gravitation) » (*CRP*, A 663/691).

La formulation d'une cause universelle des mouvements, célestes et terrestres, aussi hétérogènes soient-ils, se fait suivant les « règles de l'affinité » (*Regeln der Verwandtschaft*) qui sont aussi mentionnées dans la première introduction de la *CFJ*. Ces règles ne se donnent pas au hasard mais sous réserve de l'établissement d'une démonstration, afin de rendre compte de la connexion légale des phénomènes, ce qui garantit la légalisation du processus d'extension de la loi de la chute des graves hors de son domaine initialement terrestre d'application. C'est aussi le sens du § 38 des *Prolégomènes*. On généralise la propriété du cercle à toutes les sections coniques en présupposant leur affinité et, en considérant « le cercle comme une section conique, qui se trouve par conséquent soumise aux mêmes conditions fondamentales de construction que les autres sections coniques, alors nous trouvons que toutes les cordes qui se coupent à l'intérieur de celles-ci : ellipse, parabole et hyperbole, se coupent toujours en telle façon que, sans être égaux, les rectangles issus de leurs segments n'en sont pas moins entre eux toujours en des rapports égaux » (*CFJ*, IV, 321). Kant ajoute que, « à partir de là, nous allons plus loin encore [*Gehen wir von da noch weiter*], jusqu'aux lois fondamentales de l'astronomie physique : nous trouvons une loi physique de l'attraction réciproque qui s'étend à toute la nature matérielle » (*ibid.*, nous soulignons). L'expression « nous allons plus loin encore » indique le sens du processus d'induction que nous avons retracé dans le *De motu*. Newton n'a pu conclure à l'universalité de la force gravitationnelle que parce qu'il avait déjà réussi à prouver que la loi qui s'applique à la chute des corps sur Terre peut être transférée avec succès au mouvement elliptique des orbites célestes et ainsi rendre compte, d'un seul et même geste, de l'unité – introuvable par ailleurs – des lois de Kepler, ainsi que de leur lien avec la proportion inverse au carré de la distance. Et c'est parce qu'il a établi l'induction de façon apodictique grâce à une construction dans l'intuition pure qu'il a pu se prévaloir d'une telle postulation d'universalité. L'affinité qui permet d'unifier les lois de Kepler et la proportion inverse du carré de la distance réside donc dans des artifices de calcul où l'usage de la finalité objective est épistémologiquement aussi efficace que les propriétés géométriques effectivement manipulées. Dans les termes de Kant, ainsi s'obtient la connexion systématique de l'expérience, par unification progressive d'un ensemble de données hétérogènes et sans commune mesure apparente mais dont la reconstruction géométrique permet de prouver qu'elles sont coordonnées par une seule et même loi et

qu'elles sont donc toutes en affinité. Ainsi fonctionne le « principe de l'affinité des lois particulières de la nature » (CFJ, XX, 210) qui permet de ramener le divers des phénomènes sous l'unité d'une seule cause universelle et qui donne ainsi à voir la nature dans sa cohérence systématique la plus étendue. Le principe de finalité formelle prouve la valeur épistémologique du jugement réfléchissant dans le contexte de l'invention scientifique, là où les principes transcendants de l'Analytique ne sont pas assez puissants et souples pour rendre possible la connaissance empirique de la nature.

Bibliographie

Œuvres de Kant :

Kant's gesammelte Schriften, herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, 29 vol., Berlin, Walter de Gruyter & Co, 1902-1983 (Ak. suivi du numéro du volume dans la bibliographie).

<https://korpora.zim.uni-duisburg-essen.de/Kant/verzeichnisse-gesamt.html>

Kant, *Œuvres philosophiques*, 3 vol., Paris, Gallimard, coll. « La Pleiade », 1980-1986.

Prolégomènes à toute métaphysique future qui pourra se présenter comme science [*Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*, 1783, Ak. IV, 253-383], trad. J. Rivelaygue, *Œuvres philosophiques*, t. II, Paris, Gallimard, 1985, p. 17-172. *Prolégomènes à toute métaphysique future qui pourra se présenter comme science*, trad. Guillermit, Paris, Vrin, 1996.

Premiers principes métaphysiques de la science de la nature [*Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, 1786, Ak. IV, 467-565], trad. F. de Gandt, *Œuvres philosophiques*, t. II, Paris, Gallimard, 1985, p. 363-493. *Principes métaphysiques de la science de la nature*, trad. A. Pelletier, Paris, Vrin, 2017.

Critique de la raison pure [*Kritik der reinen Vernunft*, éd. 1781, Ak., IV, 1-252 ; éd. 1787, Ak., III, 1-552], trad. A J.-L. Delamarre et F. Marty, *Œuvres philosophiques*, t. I, Paris, Gallimard, 1980, p. 719-1470.

Critique de la faculté de juger [*Kritik der Urtheilskraft*, 1790, Ak. V, 165-485], trad. J.-R. Ladmiral, M. B. de Launay et J.-M. Vaysse, *Œuvres philosophiques*, t. II, Paris, Gallimard, 1985, p. 845-1299.

Opus postumum [*Opus postumum*, 1796-1803, Ak. XXI-XXII], trad. F. Marty, Paris, PUF, 1986.

Autres :

Buchdahl, G., « Gravity and Intelligibility : Newton to Kant », in *Kant and the Dynamics of Reason*, Oxford/Cambridge (Mass.), Blackwell, 1992, p. 245-270.

Friedman, M., *Kant and the Exact Sciences*, Harvard, Harvard University Press, 1992.

Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, trad. M. Clavelin, Paris, PUF, 1995 (Armand Colin, 1970).

Kerszberg, P., *Kant et la nature*, Paris, Les Belles Lettres, 1999.

Lévi-Strauss, C., *La pensée sauvage*, Paris, Plon, 1960.

Newton, I., *De la gravitation, suivi de Du mouvement des corps*, trad. M.-F. Biarnais et F. De Gandt, Gallimard, 1995 (Belles Lettres, 1985).

Articles :

Tanona, S. : « The Anticipation of Necessity : Kant on Kepler's Laws and Universal Gravitation », *Philosophy of Science*, 2000, vol. 67, n°3, The University of Chicago Press, p. 421-443.

