

Orbes, Héliocentrisme et Gravité

trois exemples historiques de débats réalisme / anti-réalisme

Introduction

Orbes

Les orbes sont les sphères cristallines sur lesquelles on supposait que les « astres errants » (planètes visibles à l'oeil nu, qui se déplacent par rapport aux autres étoiles: Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne) étaient posés.

Simplicius

Qu'est-ce qu'Aristote en pensait?

Héliocentrisme

Copernic, préface. Réalisme: le soleil est au centre.

- il sera ridiculisé pour dire que la Terre tourne.
- L'astronomie est faite de membres distincts et contradictoires, et constitue « un monstre plutôt qu'un homme »
- La machine du monde, créée par le meilleur et plus systématique artisan, devrait être bien comprise.
- D'autres ont pensé au mouvement de la Terre.
- Une fois l'hypothèse admise, l'ordre, la taille, le mouvement et la position des planètes deviennent naturels.

« Si Dieu Tout-Puissant m'avait consulté avant de planifier sa création, je lui aurais conseillé quelque chose de plus simple », Alphonse X de Castille, 1252-1284, à qui on venait d'assigner le système de Ptolémée.

Osiander, préface. Anti-réalisme instrumentaliste: la Terre est au centre, mais la théorie qui suppose que le soleil est au centre prédit les phénomènes.

Descartes, *Principes*. Réalisme structurel: équivalence des hypothèses (de Copernic et Tycho). Ce qu'il y a de réel, c'est seulement les mouvements relatifs; le fait que S ou T soit au centre est indifférent.

(Distinction notion vulgaire vs notion correcte de mouvement, chez Desc)

Gravité

Descartes, Huygens: élimination de la pesanteur.

Descartes: soutient que la Terre est entourée d'un air qui tourne en même temps qu'elle. Comme la Terre (et ce qui est dessus) ne bouge pas *par rapport à la matière qui l'entoure*, cela ne bouge pas du tout. *Principes de philosophie*, IV, §§20-23.

§20 *L'explication de la seconde action, en laquelle consiste la pesanteur.* [seconde action parmi

les quatre qui sont à l'origine des corps terrestres: agitation des corpuscules, pesanteur, lumière, chaleur.] La seconde action dont j'ai entrepris ici de parler est celle qui rend les corps pesants, laquelle a beaucoup de rapport avec celle qui fait que les gouttes d'eau deviennent rondes; car c'est la même matière subtile qui (...), par cela seul qu'elle se meut autour de la Terre, pousse aussi vers elle tous les corps qu'on nomme pesants, lesquels en sont les parties.

§21. *Que chaque partie de la Terre, étant considérée toute seule, est plutôt légère que pesante.* Mais afin d'entendre plus parfaitement en quoi consiste la nature de cette pesanteur, il faut remarquer que si tout l'espace qui est autour de la Terre, et qui n'est rempli par aucune de ses parties, était vide, c'est-à-dire s'il n'était rempli que d'un corps qui ne pût aider ni empêcher les mouvements des autres corps (car c'est ce qu'on doit proprement entendre par le nom de vide), et que cependant elle ne laissât pas de tourner en vingt-quatre heures sur son essieu, ainsi qu'elle fait à présent, toutes celles de ses parties qui ne seraient point fort étroitement jointes à elles s'en sépareraient, et s'écarteraient de tous côtés vers le ciel, en même façon que la poussière qu'on jette sur une pirouette pendant qu'elle tourne n'y peut demeurer, mais est rejetée par elle vers l'air de tous côtés; et si cela était, tous les corps terrestres pourraient être appelés légers plutôt que pesants.

§22. *En quoi consiste la légèreté de la matière du ciel.* La matière du ciel, dans la mesure où son mouvement coïncide avec celui de la Terre, n'a aucune force de pesanteur ou de légèreté, mais, dans la mesure où ses parties ont un mouvement plus rapide, (...) a plus de force à s'éloigner du centre autour duquel elle tourne que n'ont aucunes parties de la Terre, ce qui fait qu'elle est légère à leur égard.

§23 *Que c'est cette légèreté de cette matière qui rend les corps pesants.* Et il faut remarquer que la force dont la matière du ciel tend à s'éloigner du centre de la Terre ne peut avoir son effet, si ce n'est que celles de ses parties qui s'en éloignent montent en la place de quelques parties terrestres qui descendent au même temps en la leur. (...) la matière du ciel (...) tendant à s'éloigner du centre de la Terre, a la force de faire [qu'on corps] s'en approche, et ainsi de lui donner la qualité qu'on nomme sa pesanteur.

Huygens: (Christian Huygens (1629-1695), mathématicien, physicien, astronome, correspondant de Descartes, qui a très tôt remarqué son génie, de Pascal, ami de Leibniz; membre fondateur de l'Académie des Sciences française. Connu pour son *Horlogum Oscillatorum*, 1673, une avancée majeure dans les mathématiques des courbes et des pendules. Il est un inventeur de l'horloge, en 1658.) Pour nous: *Discours de la cause de la pesanteur*, 1690 (reprenant des idées datant de 1669), qu'il défend à Londres devant (et contre) Newton, lequel venait de publier ses *Principia*.

Huygens avait remarqué, en 1669, que la théorie des Descartes avait pour conséquence que les corps étaient attirés par l'*axe de rotation* de la Terre, et non par le centre. (Selon Descartes, la pesanteur est dû au fait que les particules de « matière céleste » sont expulsés par la rotation de la Terre). En clair: vers le pôle nord, les objets 'tomberaient' sur le côté: ils iraient vers le *pôle*, et non vers le *centre*. Dans son *Discours sur l'origine de la pesanteur*, Huygens essaie de remanier l'hypothèse cartésienne du tourbillon pour que les corps tendent vers le centre. Il maintient donc le projet d'expliquer mécaniquement la gravitation; il ne reconnaît pas la force d'attraction de Newton.

Leibniz admet des forces dans sa physique (« force vive », *vis viva*), contre Descartes, Huygens et Malebranche (voir plus bas), mais n'admet pas la gravité, qu'il considère comme inintelligible parce qu'elle agit à distance.

Newton: postulation de la force d'attraction universelle, mais pas comme propriété fondamentale (primitive). Newton considère l'attraction (le fait que les corps se meuvent en conformité avec la loi de l'attraction) comme un *effet*, dont la cause n'est pas encore connue. Newton laisse ouverte la possibilité que cette cause soit un processus physique conforme aux principes mécaniques cartésiens

(pas d'action à distance, mouvement par contact); mais refuse d'en postuler un sans donnée expérimentale.

« Jusqu'à présent, j'ai exposé les phénomènes des cieux et de notre mer au moyen de la force de gravité et je n'ai pas encore assigné de cause à la gravité. Cette force vient en tout cas d'une cause qui pénètre jusqu'au centre du Soleil et des planètes, sans que sa vertu diminue; et elle agit non pas en proportion de la quantité des surfaces des particules sur lesquelles elle agit (comme le font les causes mécaniques) mais en proportion de la quantité de matière solide; et son action s'étend partout à d'immenses distances en décroissant toujours en raison double de ces distances. [...] Quand à la raison de ces propriétés de la gravité, je n'ai pu encore la déduire des phénomènes, et je ne forge pas d'hypothèses. En effet, tout ce qui n'est pas déduit des phénomènes doit être appelé hypothèse et les hypothèses, qu'elles soient métaphysiques, physiques, se rapportant aux qualités occultes ou mécaniques, n'ont pas de place en *philosophie expérimentale*. En cette philosophie, les propositions sont déduites des phénomènes et rendues générales par induction. C'est ainsi que l'impénétrabilité, la mobilité, l'« *impetus* », des corps et des lois des mouvements et de la gravité se sont fait connaître. Et, il suffit que la gravité existe réellement et agisse selon les lois que nous avons exposées, et soit suffisante pour expliquer tous les mouvements des corps célestes et de notre mer. » (Newton, *Principes*, Scholie Général)

Voltaire: acceptation de la force d'attraction universelle, comme ppté fondamentale.(voir textes photocopiés)

1) Elements de la philosophie, reprise de la position de Newton.

« si inutilement recherchée et par Newton »

« Je ne dis pas que ce principe de la gravitation soit le seul ressort de la physique: » Newton ou Voltaire?

« Il viendra un temps, peut-être, où l'on aura un amas assez grand d'expériences pour reconnaître quelques autres principes cachés. Tout nous avertit que la matière a beaucoup plus de propriétés que nous n'en connaissons. » Peut-être un principe, mais il y a des choses sans ppe.

2) réponse aux objections, 1739.

Distinction *inhérent* vs *essentiel*: la pesanteur est une ppté non-explicable de la matière. Vs apriorisme cartésien.

L'auteur des *Éléments* [c'est-à-dire Voltaire] a dit, à la vérité, avec tous les bons philosophes, que la pesanteur, la tendance vers un centre, la gravitation, est une qualité de toute la matière connue, laquelle lui est donnée de Dieu, et qui lui est inhérente: le terme d'*inhérent* est bien éloigné de signifier *essentiel*; il signifie ce qui est attaché intérieurement, comme *adhésion* signifie ce qui est attaché extérieurement: l'essence d'une chose est la propriété sans laquelle on ne peut la concevoir; mais on peut très bien concevoir la matière sans pesanteur: il faudrait toujours commencer par convenir de la valeur des termes; cette méthode abrégérait bien des disputes. (Voltaire, *Réponse aux objections...*)

Rque: admet que « la pesanteur, ... la gravitation, est une qualité de toute la matière connue ». Réalisme.

Secondement, il doit y avoir des principes inexplicables, des « primitives » comme on dirait auj.

[La philosophie de Newton] ne dit point (comme on le lui reproche) que l'attraction universelle est la cause de l'*électricité* et du *magnétisme*; elle est bien loin d'une telle absurdité; mais elle dit: Attendez, pour juger de la cause du magnétisme et de l'électricité, que vous ayez assez d'expériences. Il n'est pas encore prouvé qu'il y ait une

vertu magnétique. On est sur les voies de la matière électrique; mais, pour la gravitation et le cours des planètes, il est prouvé qu'aucun fluide n'en est la cause, et que nous devons nous en tenir à une loi particulière du Créateur: car recourir à Dieu est d'un ignorant, quand il s'agit de calculer ce qui est à notre portée; mais, quand on touche aux premiers principes, recourir à Dieu est d'un sage. (Voltaire, *Réponse aux objections...*)

Ces primitives ne sont pas seulement la gravitation, mais les propriétés mécaniques aussi:

On reproche encore à Newton qu'il admet des qualités immatérielles dans la matière. Mais que ceux qui font un tel reproche consultent leurs propres principes: ils verront que beaucoup d'attributs primordiaux de cet être si peu connu qu'on nomme matière sont tous immatériels, c'est-à-dire que ces attributs sont des effets de la volonté libre de l'Être suprême: si la matière a du mouvement, si elle peut le communiquer, si elle grave, si les astres tournent sur eux-mêmes d'occident en orient plutôt qu'autrement, tout cela est un don de Dieu, aussi bien que la faculté que ma volonté a reçue de remuer mon bras. Toute matière qui agit nous montre un être immatériel qui agit sur elle. Rien n'est plus certain que ce sont les vrais sentiments de Newton.

Implications métaphysiques: on doit accepter des 'décrets divins'. (Lois fondamentales inexplicables.)

Débat associé: sur les forces en général

Théorie scolastique tardive (14e ?) de l'*impetus*: un corps A (par ex, la corde d'un arc) communique à un autre B (la flèche) un *impetus*, une impulsion, qui fait bouger B, jusqu'à ce que cette force s'épuise.

Descartes: rejet de l'*impetus* et des forces en physique. Il n'y a que de la quantité de mouvement: volume * distance parcourue * temps. = volume * vitesse. [pour Descartes volume = masse]. Descartes l'appelle « quantité de mouvement ». La troisième loi du mouvement postule qu'elle est conservée dans tout mouvement.

Descartes parle parfois de l'« effort » ou de la « tendance » à se mouvoir d'une particule. Mais il soutient qu'il peut faire cela sans postuler de force:

§56 *Comment on peut dire d'une chose inanimée qu'elle tend à produire un effort*. Quand je dis que ces petites boules font quelque effort, ou bien qu'elles ont de l'inclination à s'éloigner des centres autour desquels elles tournent, je n'entends pas qu'on leur attribue aucune pensée d'où procède cette inclination, mais seulement qu'elles sont tellement situées et disposées à se mouvoir qu'elles s'en éloigneraient en effet si elles n'étaient retenues par aucune autre cause. (Descartes, *Principes de philosophie*, III, §56, AT IX, II, 131)

Newton, Leibniz: forces. Produits masse * accélération?

Rq: Leibniz, *Monadologie*, §80: la loi de la conservation du mouvement est incompatible avec l'action de l'âme sur le corps.

Une dimension métaphysique: l'explicable et l'inexplicable

Descartes rejette les qualités parce qu'elles 1) demandent à être expliquées, 2) peuvent être expliquées. Soit: Descartes admet que tout, dans la nature, est explicable – ou du moins, que l'on peut expliquer que ce qui n'est pas explicable (Dieu) ne l'est pas. Motivation métaphysique de ce postulat: Dieu n'est pas trompeur.

Que si vous trouvez étrange que, pour expliquer ces éléments, je ne me serve point des qualités qu'on nomme chaleur, froideur, humidité et sécheresse, ainsi que font les philosophes, je vous dirai que ces qualités me semble avoir elles-mêmes besoin d'explication, et que, si je ne me trompe, non seulement ces quatre qualités, mais aussi toutes les autres, et même toutes les formes des corps inanimés peuvent être expliquées, sans qu'il soit besoin de supposer pour cet effet aucune autre chose en leur matière, que le mouvement, la grosseur, la figure, et l'arrangement de ses parties. *Le Monde*, chap. 5, AT XI 25-26.

Inversement, Descartes considère que si les principes sont 1) clairs et distincts, et 2) permettent de déduire tous les phénomènes, alors ils sont *vrais*. (réalisme). Car sinon, Dieu serait trompeur. Ainsi dans *Principes*, III, §43:

§43. *Qu'il n'est pas vraisemblable que les causes desquelles on peut déduire tous les phénomènes soient fausses*. Et certes, si les principes dont je me sers sont très évidents, si les conséquences que j'en tire sont fondées sur l'évidence des mathématiques, et si ce que j'en déduis de la sorte s'accorde exactement avec toutes les expériences, il me semble que ce serait faire injure à Dieu de croire que les causes des effets qui sont en la nature, et que nous avons ainsi trouvées, sont fausses: car ce serait le vouloir rendre coupable de nous avoir créés si imparfaits, que nous fussions sujets à nous méprendre, lors même que nous usons bien de la raison qu'il nous a donnée. (Descartes, *Principes de philosophie*, III, §43, AT IX, II, 123)

Attention toutefois, voir la totalité des §43-45 pour la position complète de Descartes. Il dit §43) que les pps évidents et dont on peut déduire les phénomènes sont vraies; §44) que ses propres hypothèses pourraient être fausses, mais que si on peut en déduire les phénomènes, elles seront aussi utiles que des hyp vraies; §45) que dans le cas des miracles (la création de l'Univers et de l'homme déjà organisé/adulte), des hypothèses fausses nous permettent de mieux comprendre les choses que la vérité. Voir aussi *Principes* IV, §1.

Voltaire admet de l'inexplicable, l'identifie à une forme de contingence (la matière pèse, mais aurait pu ne pas peser), et y voit un argument pour l'existence de Dieu.

Réflexion: anti-réalisme, réduction, et rejet

Jusqu'où Descartes rejette-t-il les qualités secondes?

- rejet pur et simple: les licornes, les fantômes et la télépathie n'existent pas. Dans ces cas-là, nous rejetons complètement
- qualités secondes: Descartes ne le rejette pas comme des fantômes. Il y a bien 'qqch' dans les objets qui fait naître nos idées de chaud, froid, etc. Mais ces choses ne sont pas comme les idées laissent penser qu'elles sont. -> anti-réalisme, ni rejet ni réduction. On peut le voir comme un «rejet avec remplacement» ou comme un «maintien avec re-description». Voir aussi la théorie de Locke sur les qualités secondes. *Note*: au final, retenez quand même que pour Descartes les qualités comme le chaud, le froid, etc., n'existent pas.
- chute des graves: ici Descartes est réductionniste. Certains phénomènes physiques se passent «comme si» les objets se déplaçaient vers le centre de la Terre. Mais ces mouvements, qui existent, se *réduisent* à d'autres mouvements. (A savoir, les mouvements des particules de lumière vers la Terre) -> réalisme réductionniste

Cas extrêmement simple de réduction: le mouvement de l'équipe de foot se réduit au mouvement de ses membres.

Cas classique: la réduction de la température à l'énergie cinétique moyenne.

Théorie classique de la réduction: Ernst Nagel. Dans cette théorie, la réduction est la réduction d'une théorie à une autre: «réduction interthéorique», qui est du même coup explication.

Domaines où certains philosophes des sciences voient des réductions: physique statistique (température, pression -> mouvement), biologie, psychologie.

Débat classique:

Putnam & Oppenheimer « L'unité de la science comme hypothèse de travail »: toutes les sciences se réduiront, à terme, à la physique

Fodor: « Sciences spéciales »: même si tout est physique, il y aura des sciences spéciales irréductibles à la physique. (biologie, psychologie, et même aérodynamique, ...)

Pour en savoir plus

La physique de Descartes, **Edward Slowik** (anglais), sur la Stanford Ency of Philosophy <http://www.science.uva.nl/~seop/entries/descartes-physics/> (notamment sections 2 et 4-5-6)

La réduction: voir Barberousse, Kistler & Ludwig 2000. Pistes et biblio, par A. Barberousse: <http://espritmetaphysique.free.fr/0index.html#barberousse>. Stanford Ency, R. Batterman sur la réduction en physique (anglais), <http://www.science.uva.nl/~seop/entries/physics-interrelate/>.

(Brève) histoire de la gravitation, **J O'Connor and E F Robertson**, Mac Tutor history of mathematics, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PrintHT/Gravitation.html>

Christiaan Huygens, http://fr.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

A envisager aussi:

- Corpuscules (adoptés par tous les mécanistes)
- tourbillons (Descartes et les cartésiens; les opposants au vide)
- forces magnétiques et électriques

Note: la différence entre les *atomes* et les *corpuscules*. Les atomes sont des corpuscules (petits corps invisibles) *indivisibles*. Par ex, Descartes admet des corpuscules, mais pense qu'ils sont divisibles en pensée, et que Dieu aurait pu les diviser.