

SYSTÈME DU MONDE DE DESCARTES : LA THÉORIE DES TOURBILLONS

Sébastien Viscardy

(sebastien.viscardy@aeronomie.be)

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique

Après avoir exposé les conceptions du mouvement de Descartes dans un article paru précédemment [Viscardy (2014)], nous nous intéresserons ici à sa théorie du mouvement planétaire reposant sur une hypothèse étonnante (les fameux tourbillons cartésiens), à la genèse du monde et enfin, à son opinion sur le mouvement de la Terre.

Les *Principia Philosophiæ* de René Descartes (1596-1650), publiés en 1644, comptent sans nul doute parmi les plus grands chefs-d'œuvre que le XVII^e siècle nous a légués. Si leur portée est si remarquable, ce n'est pas tant par la justesse de la doctrine qui y est développée – elle présente d'ailleurs d'importantes erreurs et certains points sont relativement obscurs – que par la refonte complète de la physique entreprise par leur auteur.

En posant l'équivalence ontologique entre le mouvement et le repos, Descartes rompt radicalement avec le système aristotélien qui les considérait respectivement comme un *processus* et un *état*. Désormais, « le mouvement & le repos ne sont rien que deux diuerses façons dans le corps où ils se trouuent » [AT IX, 2|27, p. 77]¹. Le mouvement, pas plus que le repos, ne nécessitent une action extérieure ou une cause in-

térieure pour persister dans leur état.

L'ancien monde aristotélien étant anéanti au sortir de la Renaissance, Descartes insiste sur la nécessité de poser les fondements métaphysiques d'une nouvelle physique à construire. Dieu, créateur des vérités éternelles et immuables, a imposé ses lois auxquelles la nature doit invariablement obéir, et le rôle du philosophe est d'en révéler l'existence. De la thèse de l'immutabilité divine découlent la loi de la conservation du mouvement et, par tant, les *lois de la nature*, dont les deux premières décrivent – pour la première fois sous sa forme définitive – le *principe d'inertie*.

La rupture avec l'aristotélisme touche également à la conception de la matière. Toutes les qualités que la scolastique attribuait aux corps (gravité, légèreté, dureté, etc.), Descartes les rejette pour ne définir les parties de la matière que par leur figure géométrique, leur étendue spatiale. Par conséquent, tous les phénomènes observés ne doivent plus être expliqués par les qualités prétendument innées des corps – ni par des forces à distance jugées alors occultes – mais par la figure des parties de la matière et les lois qui régissent leur mouvement et

les chocs mutuels (voir Encart 1). Matière et mouvement sont ainsi les deux éléments de la mécanique cartésienne qui contribuera largement au développement de la philosophie mécaniste au XVII^e siècle [Boas (1952), p. 415-422 ; Le Ru (1998)].

Sa conception de la matière-étendue et ses lois de la nature étant établies, Descartes entreprend de « *déduire de ces seuls principes l'explication de tous les Phainomenes, c'est à dire des effets qui sont en la nature, & que nous appercevons par l'entremise de nos sens [...] d'expliquer les effets par leurs causes, & non les causes par leurs effets* » [AT IX, 3|1, p. 103 ; 3|4, p. 105] et d'élaborer ainsi son système du monde.

Les tourbillons cartésiens

Disons-le d'emblée : ses règles du mouvement et des collisions n'étant ni toutes vraies ni toutes compatibles, il lui est impossible de développer une cosmologie quantitative et entièrement basée sur les lois de la nature énoncées dans la deuxième partie de ses *Principes*. Mais Descartes contourne cette difficulté de façon habile en proposant « *l'hypothèse qui [lui] semble estre la plus simple de toutes & la plus*

¹ Tout comme dans la première partie de notre discussion sur la physique cartésienne [Viscardy, 2014], nous suivrons ici la traduction française des *Principia Philosophiæ* réalisée par l'Abbé Picot sous la supervision de Descartes lui-même. Les *Principes de la Philosophie* ont paru pour la première fois en 1647, trois ans après la version latine. Afin d'alléger les notes, nous indiquons par AT, suivi du numéro de volume, les références aux œuvres et à la correspondance de Descartes éditées par Adam et Tannery (1897-1910). Dans le cas des *Principes de la philosophie* [AT IX], nous mentionnerons en plus les numéros de la partie et de l'article séparés par une barre verticale.

Encart 1 : La chimie à l'ère de la philosophie mécaniste

La philosophie mécaniste ne concernera pas que la physique, mais envahira tous les champs de la connaissance, dont la chimie. En témoigne cet extrait du Cours de chymie de Nicolas Lemery (1645-1715), dont la première édition date de 1675, dans lequel il se livre à une explication des propriétés des acides en termes purement mécaniques : « Comme on ne peut pas mieux expliquer la nature d'une chose aussi cachée que l'est celle d'un sel, qu'en attribuant aux parties qui le composent des figures qui répondent à tous les effets qu'il produit je dirai que l'acidité d'une liqueur consiste dans des particules de sel pointues lesquelles sont en agitation ; & je ne crois pas qu'on me conteste que l'acide n'ait des pointes puisque toutes les expériences le montrent ; il ne faut que le goûter pour tomber dans ce sentiment car il fait des picotemens sur la langue semblables ou fort approchans de ceux qu'on recevoit de quelque matière taillée en pointes très-fines » [Lemery, 1757, p. 17].

Dans ses Conjectures physiques de 1706, Nicolas Hartsoeker (1656-1725) nous donne quelques illustrations (voir Figure 1) de différentes substances comme le mercure (« toutes les boules du Mercure, étant hérissées comme d'autant d'aiguilles très-pointuës & tranchantes, doivent dans cet état couper & tout déchirer par où elles passent, & causer ainsi la mort de l'animal qui les a avalées »), de sel (dont les pointes sortant des deux côtés du cylindre creux représente l'acide qui, « piccotant la langue, [excite] en nous un sentiment qu'on appelle gout acide ») et de sel dissous dans l'eau représentée par une boule.

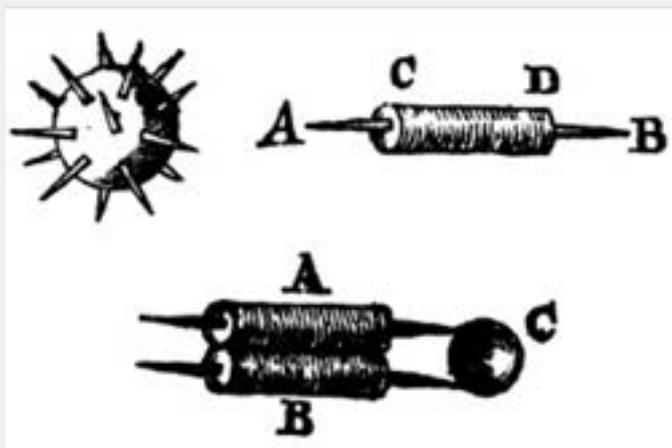


Figure 1. Représentation mécaniste d'« atomes » de quelques substances [Hartsoeker (1706), p. 102, 105, 131]

commode, tant pour connoistre les Phainomenes, que pour en rechercher les causes naturelles » [AT IX, 3|19, p. 110]. Cette hypothèse n'est autre que celle des *tourbillons*, et nous nous proposons ici de voir comment Descartes y a recours et comment elle lui permet d'expliquer le mouvement des planètes.

La conception cartésienne de la matière exclut l'existence du vide. La matière ayant pour seule propriété son étendue spatiale, le vide ne peut en effet exister, sans quoi il aurait précisément la même pro-

priété que la matière. Dès lors se pose la question : comment, dans un espace *plein*, le mouvement est-il concevable ? Comment en effet des particules, entassées les unes sur les autres au point de ne laisser place au moindre espace inoccupé, peuvent-elles se déplacer ? Dit autrement : comment le mouvement des corps est-il possible sans créer en même temps quelques recoins vides ? La difficulté, de prime abord considérable, ne reste pas sans explication pour Descartes.

Il est tout à fait possible, nous dit-

il, d'éviter la formation de vide. Il s'agit pour cela de voir que tous les mouvements dans la nature se font selon des figures *fermées*. De cette façon, lorsqu'un corps se déplace et gagne le lieu occupé par un deuxième, ce dernier doit instantanément chasser un troisième de sa place, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un n-ième corps expulse dans le même temps le premier de son lieu, « *en sorte qu'il ne se trouve pas davantage de vuide parmy eux, lors qu'ils se remuent, que lors qu'ils sont arreztez* » [AT XI, p. 19] (voir également l'Encart 2). Cet argument va lui per-

Encart 2 : Sur l'absence de vide et le mouvement circulaire

« Apres ce qui a esté démontré cy-dessus, à sçavoir que tous les lieux sont pleins de corps, & que chaque partie de la matière est tellement proportionnée à la grandeur du lieu qu'elle occupe, qu'il n'est pas possible qu'elle en remplisse un plus grand, ni qu'elle se reserre en un moindre, ni qu'aucun autre corps y trouue place pendant qu'elle y est, nous deuons conclure qu'il faut necessairement qu'il y ait tous-jours tout un cercle de matière ou anneau de corps qui se meuuent ensemble en mesme temps ; en sorte que, quand un corps quitte sa place à quelqu'autre qui le chasse, il entre en celle d'un autre, & cet autre en celle d'un autre, & ainsi de suite jusques au dernier, qui occupe au mesme instant le lieu delaisé par le premier. Nous conceuons cela sans peine en un cercle parfait, à cause que, sans recourir au vuide & à la rarefaction ou condensation, nous voyons que la partie A [voir la figure 2, à gauche] de ce cercle peut se mouuoir vers B, pourueu que sa partie B se meuue en mesme temps vers C, & C vers D, & D vers A. Mais on n'aura pas plus de peine à conceuoir cela mesme en un cercle imparfait, & le plus irregulier qu'on sçauroit imaginer, si on prend garde à la façon dont toutes les inégalitez des lieux peuuent estre compensées par d'autres inégalitez qui se trouuent dans le mouuement des parties. En sorte que toute la matière qui est comprise en l'espace EFGH [voir la figure 2, à droite], peut se mouuoir circulairement, & sa partie qui est vers E, passer vers G, & celle qui est vers G, passer en mesme temps vers E, sans qu'il faille supposer de condensation ou de vuide, pourueu que, comme on suppose l'espace G quatre fois plus grand que l'espace E, & deux fois plus grand que les espaces F & H, on suppose aussi que son mouuement est quatre fois plus vite vers E que vers G & deux fois plus que vers F ou vers H, & qu'en tous les endroits de ce cercle la vitesse du mouuement compense la petitesse du lieu. Car il est aisé de connoistre en cette façon qu'en chaque espace de temps qu'on voudra déterminer, il passera tout autant de matière dans ce cercle par un endroit que par l'autre » [AT IX, 2|33, p. 81-82].

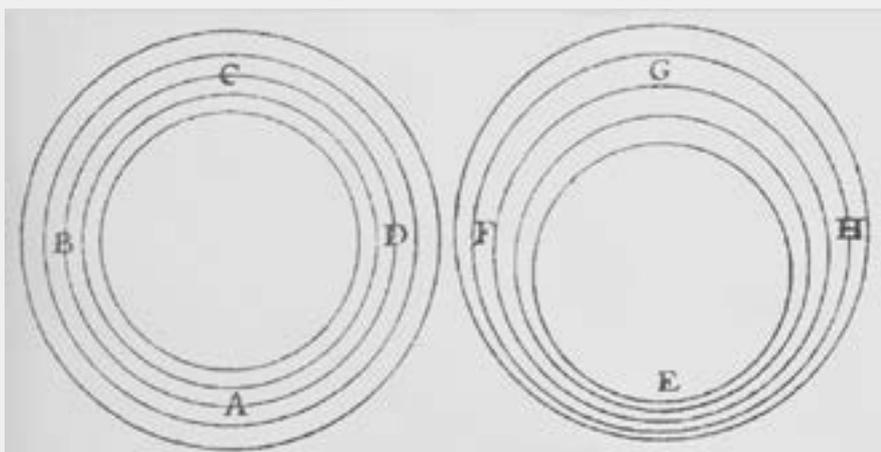


Figure 2. Mouvements circulaires dans les liquides

mettre de mettre en place le mécanisme des tourbillons.

Comme toute région de l'univers, l'espace interplanétaire doit contenir, en toutes ses parties, de la matière que Descartes suppose « liquide », c'est-à-dire qu'elle présente la particularité de n'exercer aucune résistance au mouvement des corps qu'elle contient². Cette hypothèse, selon lui, s'impose d'elle-même car,

sans elle, il lui paraît pour ainsi dire impossible d'expliquer les phénomènes observés [AT IX, 3|24, p. 112]. Les astronomes de son temps semblent attribuer cette propriété au ciel. Toutefois, ils le considèrent généralement vide et, par conséquent, dépourvu de toute matière capable de mouvoir et de transporter les corps qu'il contient, ce que Descartes conteste vivement [AT IX, 3|25, p. 112]. Outre le fait

que le vide ne peut exister dans la nature, il précise à l'attention de ces astronomes que les liquides ne se distinguent pas des autres corps par une quantité moindre de matière, mais par l'agitation plus importante des parties qui les composent. En effet, ce qui caractérise les liquides, c'est la capacité des parties qui les constituent à se mouvoir dans tous les sens, si bien qu'elles ne gênent aucunement le passage d'un autre

² Sur la nature des liquides et des solides dans l'acception cartésienne, voir Encart 3.

Encart 3 : Sur les corps « liquides »

Il s'agit ici de ne pas considérer la notion de « liquide » dans un sens par trop moderne. Rappelons-nous ce que Descartes nous dit des causes qui différencient un corps liquide d'un corps solide. Il nous fait remarquer que lorsque nous mettons nos mains en mouvement, « *les parties des corps liquides cèdent si aisément leur place, qu'elles ne font point de résistance à nos mains, lors qu'elles les rencontrent* », et qu'il n'y a d'autre explication à ce « *témoignage de nos sens [...] sinon que les corps qui sont des-ja en action pour se mouvoir, n'empeschent point que les lieux qu'ils sont disposez à quitter d'eux mesmes, ne soient occupez par d'autres corps* » [AT IX, 2|54, p. 94]. À l'inverse, les corps solides sont composés de parties qui sont en repos les unes par rapport aux autres, ce qui garantit, selon lui, leur cohésion.

corps. Cependant, lorsqu'elles se déplacent dans le même sens, elles doivent obligatoirement emporter dans leur mouvement les corps qu'elles contiennent [AT IX, 3|25, p. 112].

Ces propriétés des « liquides » étant fixées, Descartes traite un phénomène très ordinaire : les mouvements tourbillonnaires dans les rivières [AT IX, 3|30, p. 115-116]. En effet, tout le monde a déjà pu observer que les remous occasionnés par les nombreux détours le long des rives génèrent très souvent des tourbillons. Or, nous fait-il remarquer, lorsque des corps légers comme de petits bouts de bois ou des brins de paille flottent à la surface de ces flots tumultueux, ils sont emportés par l'eau se repliant sur elle-même et forment ainsi des cercles. Bien entendu, ceux-ci ne sont jamais parfaits : tantôt les corps légers emportés par le tourbillon s'approchent du centre, tantôt ils s'en éloignent, si bien qu'ils ne restent jamais à égale distance de ce centre. De plus, il constate que les corps qui en sont plus proches réalisent un tour complet en moins de temps que ne le font ceux qui en sont plus éloignés.

Descartes trouve un intérêt majeur dans ce phénomène connu de tous. En supposant l'existence d'un gigantesque tourbillon dont le Soleil occupe le centre, il propose un mécanisme analogue, capable d'expliquer – du moins

qualitativement – le mouvement des planètes et ses principales caractéristiques. En effet, toute la matière céleste, supposée tourner dans le même sens autour du Soleil, les emporte et se trouve être ainsi la cause de leur révolution à l'instar des tourbillons qui font tourner les brins de paille dans les détours des rivières [AT IX, 3|31, p. 116]. Le caractère changeant du système tourbillonnant laisse à penser par ailleurs que les planètes, pas plus que les corps à la surface de l'eau, ne tracent de cercles parfaitement ronds. De plus, l'analogie fournit une explication aux périodes de révolution des différentes planètes. Si Mercure tourne plus vite autour du Soleil que Venus (qui opère elle-même un tour complet plus rapidement que la Terre, etc.), c'est parce qu'elle est plus proche du centre du tourbillon solaire.

Mais cette comparaison lui permet d'aller encore plus loin. Dans les tourbillons des rivières peuvent aussi s'en former de plus petits qui suivent le cours du plus grand [AT IX, 3|33, p. 116-117]. De la même manière, Descartes imagine que la Terre et Jupiter se trouvent chacune au centre de plus petits tourbillons qui entraînent respectivement notre satellite et les quatre lunes galiléennes autour des deux planètes.

L'avantage que représente le recours à cette analogie est essen-

tiel : il lui évite une succession de déductions compliquées auxquelles il aurait été confronté en concluant à la nature précise de ces tourbillons à partir des principes établis précédemment. Du reste, comment aurait-il pu construire une théorie explicative du mouvement des planètes en partant des lois qui régissent les chocs entre les infimes parties composant la matière céleste et les corps qu'elle emporte dans son mouvement ?

Origine et formation des tourbillons

Comment ce système tourbillonnaire est-il apparu ? Comment la matière composant le monde actuel s'est-elle formée ? Avant de répondre à ces questions, Descartes fait comprendre au lecteur que c'est dans le registre de la fiction qu'il répondra à ces questions. Tout ce qu'il compte proposer doit être « *seulement pris pour une hypothèse, laquelle est peut être fort éloignée de la vérité* » [AT IX, 3|44, p. 123] et reconnaît même être convaincu que certaines de ses propositions sont tout à fait fausses : « *Et tant s'en faut que je vueille qu'on croye toutes les choses que j'écriray, que mesme je pretens en proposer icy quelques unes que je croy absolument estre fausses* » [AT IX, 3|45, p. 123]. Les propos tenus ici sont pour le moins surprenants. La raison est très simple : les pages qui suivent

sont consacrées à quelques spéculations sur la genèse de l'univers et à la formation de la matière. Afin d'éviter une éventuelle censure, Descartes n'hésite donc pas à rappeler la véracité du dogme chrétien, avant d'émettre une opinion différente [AT IX, 3|45, p. 124]. En confessant préalablement que certains propos qu'il s'apprête à tenir sont peut-être faux, il prévient qu'il ne prétend pas décrire l'origine du monde et son évolution conformément à la réalité, mais comme une voie plausible, une voie qui aurait pu mener, sous l'autorité des lois de la nature, au monde que nous observons. Son objectif avoué n'est pas de décrire comment ce monde a véritablement évolué depuis sa création. Au contraire, il considère que l'essentiel est d'imaginer des principes simples et intelligibles qui permettent de comprendre comment le monde visible aurait pu être produit, même si nous savons pertinemment que sa formation a suivi un autre chemin [AT IX, 3|45, p. 124]. Car après tout, Dieu a pu ordonner les choses de mille façons au commencement. Dès lors, imaginer par la seule force du raisonnement quelle est celle qu'il a choisie est une entreprise stérile. C'est uniquement par l'expérience et l'observation du monde que l'on pourra répondre à cette question. En attendant, nous sommes libres de laisser cours à notre imagination et d'adopter la façon qui nous plaira, à condition que tout ce qui en sera déduit soit conforme aux observations établies [AT IX, 3|46, p. 124]. Mieux que cela : quand bien même ses suppositions seraient fausses et quelle qu'ait été la disposition de la matière originelle, Descartes considère que dans tous les cas, les lois de la nature doivent avoir contraint cette matière à s'organiser progressivement sous sa forme actuelle [AT IX, 3|47, p. 126].

Descartes imagine donc qu'au commencement, Dieu a mis toute la matière en mouvement sous forme de tourbillons [AT IX, 3|46, p. 125]. Cette matière originelle était organisée sous une forme assez différente de celle que nous connaissons. Selon Descartes, parmi toutes les possibilités, Dieu a nécessairement choisi celle qui correspondait à l'ordre le plus simple et intelligible : l'égalité parfaite. Par conséquent, toutes les parties de la matière devaient être d'égale grandeur et dotées d'un mouvement identique [AT IX, 3|46, p. 126].

Une fois le monde créé, ces dernières se sont arrondies par suite d'incessantes collisions mutuelles et ont progressivement formé de petites boules, produisant par la même occasion des résidus de matière. Étant donné l'impossibilité du vide, ces déchets doivent être très petits et animés d'une grande vitesse, si bien qu'ils peuvent facilement se diviser en entités informes suffisamment petites pour combler tous les interstices entre les boules [AT IX, 3|49, p. 127].

A ce stade, Descartes fait état de l'existence de deux formes de la matière : la « raclure » et les boules, parties de la matière bien plus petites que les corps observables sur Terre [AT IX, 3|52, p. 128]. A ces deux formes s'ajoutent des parties de matière d'un troisième type et dont les dimensions sont telles qu'elles ne peuvent se mouvoir aussi facilement que les autres [AT IX, 3|52, p. 129]. Trois « éléments » composent ainsi tous les corps du monde visible, c'est-à-dire respectivement le Soleil (et les étoiles fixes), l'espace interplanétaire, et les planètes et autres corps célestes. Cette subdivision de la matière peut paraître arbitraire. Mais Descartes s'en défend en justifiant cette classification par leurs caractéristiques

visuelles : le Soleil émet de la lumière et est par conséquent un corps lumineux ; la matière céleste la laisse passer par transparence ; enfin, les planètes et autres corps opaques la réfléchissent [AT IX, 3|52, p. 129].

Au cours du temps, la matière du premier élément est devenue de plus en plus importante suite aux frottements incessants, et s'est concentrée au centre des tourbillons, composant ainsi le Soleil et les étoiles. Les boules, quant à elles, forment la matière céleste – avec suffisamment de premier élément pour combler les interstices – et sont réparties selon leur grosseur et leur vitesse [AT IX, 3|82, p. 148]. Celles qui sont plus proches du centre du tourbillon sont entraînées par le Soleil et ont donc tendance à acquérir une vitesse plus grande que celles qui sont plus éloignées [AT IX, 3|84, p. 150]. De même, ces boules sont plus petites que celles qui sont plus lointaines. En effet, si elles étaient plus grosses en plus d'être plus véloces, elles seraient pourvues d'une « force » – ou quantité de mouvement, dirions-nous – plus importante que celles qui demeurent dans les régions un peu plus éloignées du centre et, par conséquent, s'échapperaient de la région qu'elles occupent [AT IX, 3|85, p. 151].

Dans ce système tourbillonnaire, les planètes n'occupent pas n'importe quelle place. Elles tendent à se joindre à la région occupée par les parties de la matière ayant la même capacité à conserver son mouvement [AT IX, 3|140, p. 191]. Dès lors que ce lieu est atteint, les planètes y restent. En effet, si elles s'approchaient du Soleil, elles rencontreraient d'autres parties plus agitées qui leur céderaient de la force, ce qui les pousserait à retrouver leur lieu de stabilité. À l'inverse, si elles

s'éloignaient du Soleil, ces planètes transmettraient cette fois-ci une fraction de leur force à des parties qui en ont moins et, de ce fait, rejoindraient la matière de même force. En somme, les planètes, gouvernées par les lois de la nature, occupent une position stable déterminée par leur propre « force », pourvu qu'aucune cause extérieure ne les en écarte [AT IX, 3|141-145, p. 192-194].

La Terre est-elle en mouvement ou au repos ?

« Toutes les Planètes sont emportées autour du Soleil par le Ciel qui les contient », affirme Descartes dans ses *Principes* [AT IX, 3|30, p. 115]. Peut-on exprimer plus clairement son entière adhésion au système copernicien ? Et pourtant, la suite de son traité sème le doute. Son propos prend des allures nettement plus complexes et mérite quelques éclaircissements.

Remontons une quinzaine d'années en arrière. Dès 1629, Descartes fait la promesse à Marin Mersenne (1588-1648) de rédiger un livre (son *Monde*), dans lequel il exposerait toute sa physique³. Mais Descartes n'a jamais « eu l'humeur portée à faire des livres »⁴, si bien qu'en novembre 1633, le délai fixé étant pourtant arrivé à échéance⁵, son ouvrage n'est pas encore achevé. Entre-temps, il apprend que Galilée a

été condamné pour avoir soutenu, dans son *Dialogo*⁶, le système copernicien – ou plus simplement la mobilité de la Terre. Abasourdi par cette nouvelle, Descartes avertit Mersenne qu'il ne respectera plus son engagement à faire paraître son ouvrage⁷. La prudence le pousse à s'abstenir de défendre des propos qui seraient immanquablement désapprouvés par l'Église. Il pourrait simplement se contenter d'éviter cette question, mais c'est impossible. Si le mouvement de la Terre est jugé faux, affirme-t-il, alors « tous les fondemens de [sa] Philosophie le sont aussi, car il se demonstre par eux euidemment ». Il prend une place tellement importante que passer cette question sous silence affaiblirait son traité. Autrement dit, pour le Descartes de 1633, renoncer au mouvement de la Terre aurait tout simplement pour conséquence de renoncer également aux principes premiers de sa physique puisque c'est de ceux-ci que découle naturellement l'opinion condamnée par l'Église ! Et si la prudence lui impose d'éviter pareilles idées dans son ouvrage, il préfère ne plus respecter sa promesse et accepter de « perdre presque tout [son] travail de quatre ans, pour rendre une entière obéissance à l'Église, en ce qu'elle a défendu l'opinion du mouvement de la terre »⁸.

Descartes, nous le voyons bien,

n'appartient aucunement à la race des idéalistes bravant les interdits au prix de leur tranquillité. En témoigne encore plus explicitement une lettre ultérieure au P. Mersenne :

« ie ne suis point si amoureux de mes pensées, que de me vouloir seruir de telles exceptions, pour auoir moyen de les maintenir ; & le desir que i'ay de viure en repos & de continuer la vie que i'ay commencée en prenant pour ma devise : benè vixit, benè qui latuit [vit heureux qui vit caché], fait que ie suis plus aise d'estre deliuré de la crainte que i'auois d'acquérir plus de connoissances que ie ne desire, par le moyen de mon Ecrit, que ie ne suis fasché d'auoir perdu le temps & la peine que i'ay employée à le composer »⁹.

Quoi qu'il en soit, il ne fait aucun doute qu'en 1633, Descartes soutient explicitement l'idée qui, à la même époque, vaut à Galilée d'être condamné pour hérésie par le Saint-Office.

Pourquoi alors revient-il plus tard sur sa décision en rédigeant un nouvel ouvrage – ses *Principes* – dans lequel il expose à nouveau toute sa physique ? Pourquoi accepte-t-il que celui-ci soit publié ? Après tout, entre 1633 et 1644, la position de l'Église n'a pas sensiblement évolué. Y tient-il donc véritablement le même

³ Lettre à Mersenne du 13 novembre 1629 [AT I, p. 70].

⁴ Lettre à Mersenne de la fin novembre 1633 [AT I, p. 271].

⁵ Dans sa lettre du 25 novembre 1630, Descartes promettait à Mersenne de lui délivrer « la fable de son Monde » dans un délai de trois ans : « aussi sera-t-il plus long que ie ne pensois, & contiendra quasi vne Physique toute entière ; en sorte que ie pretens qu'elle me seruira pour me dégager de la promesse que ie vous ay faite, d'auoir acheué mon Monde dans trois ans » [A. T., I, p. 179].

⁶ Galilée (1632).

⁷ Lettre à Mersenne de la fin novembre 1633 [AT I, p. 271].

⁸ Lettre à Mersenne de février 1634 [AT I, p. 281]. Son *Monde* ne sera publié qu'en 1664 à titre posthume chez le libraire Jacques Le Gras, sous le titre : *Le Monde de M^r Descartes, ou Le Traitté de la Lumière, & des autres principaux objets des Sens. Avec un Discours du Mouvement Local, & un autre des Fièvres, composez selon les principes du même Auteur* [AT XI].

⁹ Lettre à Mersenne d'avril 1634 [AT I, p. 285-286].

discours sur la mobilité de la Terre ? Pas tout à fait. Entre le *Monde* et les *Principes*, il apporte une nouvelle interprétation du mouvement qui ne reste pas sans conséquence.

En effet, Descartes déclare désormais qu'il y a deux façons de concevoir le mouvement. La première est celle donnée par l'usage commun : le mouvement « *n'est autre chose que l'action par laquelle vn corps passe d'un lieu à vn autre* » [AT IX, 2|24, p. 75]. Cependant, nous dit Descartes, cela sous-entend que l'on prend toujours un repère considéré fixe et ce, de façon arbitraire. Prenons l'exemple d'un homme assis à la poupe d'un voilier voguant le long du rivage. Si l'homme regarde celui-ci, il croira se mouvoir. Par contre, s'il se réfère au bateau lui-même, il aura l'impression d'être au repos. Or, l'usage veut que l'on associe le mouvement à une action – celle du vent gonflant les voiles et faisant ainsi avancer le bateau – alors qu'un corps est généralement considéré au repos lorsqu'une telle action fait défaut [AT IX, 2|24, p. 76]. L'erreur, selon Descartes, vient du fait que, pour mettre en mouvement nos membres, il faut que notre volonté commande la contraction de nos muscles. De plus, si nous souhaitons que ce mouvement perdure, nous devons maintenir notre effort afin de lutter contre la pesanteur ou tout autre sorte de résistance au mouvement. Cette expérience quotidienne nous a donc appris qu'il fallait une action plus grande pour produire un mouvement que pour l'arrêter. Il s'agit là d'un « faux

préjugé » dont il faut se débarrasser, nous dit Descartes, et nous ne pouvons lui donner tort. C'est précisément ce que nous enseigne le principe d'inertie qu'il a clairement établi : mouvement et repos sont de même nature ; la conservation du premier ne nécessite pas plus une action extérieure que la conservation du second¹⁰.

A ce stade, aucune objection ne peut être soulevée à l'encontre de l'analyse de Descartes. Nous pourrions dès lors nous attendre à ce qu'il invoque le principe de relativité du mouvement qu'un Bruno¹¹ ou un Galilée¹² avaient déjà parfaitement assimilé. Par ce principe, il aurait expliqué que le bateau se déplaçant le long de la rive n'est pas plus en mouvement que la rive elle-même. Tout dépend du point pris pour référence. Mais au lieu d'adopter ce raisonnement, Descartes estime qu'il faut concevoir autrement le mouvement car, dans le cas contraire, un même corps peut se voir attribuer une multitude de mouvements différents étant donné qu'il y a une multitude de points de référence possibles.

Ainsi pour Descartes, « *le mouvement selon la vérité [...] est le transport d'une partie de la matière, ou d'un corps, du voisinage de ceux qui le touchent immédiatement, et que nous considérons comme en repos, dans le voisinage de quelques autres* » [AT IX, 2|25, p. 76]. Il n'est dès lors plus question de considérer n'importe quel lieu comme référence. Par définition, seuls les corps adjacents peuvent jouer ce rôle, si bien qu'il est certain, nous dit-il, que « *nous*

ne saurions attribuer à vn mesme mobile plus d'un mouvement, à cause qu'il n'y a qu'une certaine quantité de corps qui le puissent toucher en mesme temps » [AT IX, 2|28, p. 78].

Il est clair que nous ne pouvons souscrire à cette conception du mouvement qui entraîne son auteur à commettre d'irréparables erreurs et à rendre sa physique incohérente et obscure¹³. Mais ce n'est pas par hasard si Descartes y recourt, et ce dans un cas bien précis. Elle permet en effet une révision de son opinion sur le mouvement de la Terre. En effet, le gigantesque tourbillon dont le Soleil occupe le centre transporte en son sein tous les corps qu'il contient – y compris la Terre. Mais, déclare-t-il sans ambages, ce n'est pas parce que les planètes sont *transportées* qu'elles sont pour autant *en mouvement* ! Les planètes suivent le mouvement du tourbillon de matière céleste et, partant, ne s'éloignent aucunement des parties de cette matière qui leur sont adjacentes. Par conséquent, bien qu'elles soient transportées, elles ne se meuvent pas, « *de mesme qu'un vaisseau, qui n'est point emporté par le vent, ni par des rames, & qui n'est point aussi retenu par des ancrs, demeure en repos au milieu de la mer, quoy que peut estre le flux ou reflux de cette grande masse d'eau l'emporte insensiblement avec soy* » [AT IX, 3|26, p. 113]. L'interprétation du mouvement selon la vérité lui permet ainsi de conserver son adhésion au système héliocentrique tout en niant le mouvement de la Terre !

¹⁰ Cf. Viscardy (2014), p. 14-17.

¹¹ Bruno (1584), p. 84-85 ; cf. Koyré, (1966), p. 173-174.

¹² Galilée (1632), p. 316-317 ; cf. Koyré, (1966), p. 205-238.

¹³ Une étude plus approfondie montrerait en effet que cette conception du mouvement relatif est incompatible avec sa loi de conservation de la quantité de mouvement. Dans le cadre de cet article, nous ne pouvons pas nous étendre sur cette question. Nous renvoyons donc le lecteur aux analyses réalisées entre autres par P. Mouy et A. Koyré [Mouy (1934), p. 17-26 ; Koyré (1966), p. 333-341].

Encart 4 : Le système de Tycho Brahé

Tycho Brahé (1546-1601), astronome danois, est souvent cité pour l'impressionnante quantité de mesures de la position des planètes accumulées pendant de nombreuses années, et qui profiteront plus tard à son disciple Johannes Kepler dans l'élaboration de ses célèbres lois du mouvement des planètes. Il est cependant moins connu pour son modèle astronomique, mais dont la place aux côtés des systèmes concurrents est pourtant incontestable.

Convaincu par la nécessité de fonder une nouvelle physique unifiant les mondes sublunaire et céleste, il ne parvient pas à accomplir ce projet et reste encore trop attaché à la doctrine aristotélicienne, si bien qu'il ne peut renoncer à l'immobilité de la Terre. Reconnaisant néanmoins l'intérêt mathématique du système héliocentrique, il propose une théorie combinant les deux modèles opposés, selon laquelle les planètes tournent autour du Soleil qui, à son tour, tourne autour de la Terre (voir Figure 4). Ainsi, en comptant ce nouveau système, la fin du XVI^e siècle connaît trois importants systèmes du monde : le système géocentrique de Ptolémée, le système héliocentrique de Copernic, et enfin celui qui combine en quelque sorte les deux autres : le modèle géo-héliocentrique de l'astronome danois, auquel Descartes fait référence dans ses Principes [Taton (1958), p. 75-82].

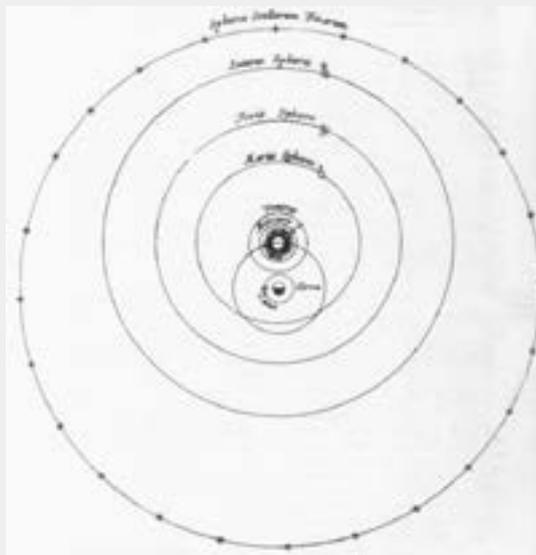


Figure 3. Système géo-héliocentrique de Tycho Brahé [Guericke (1672), p. 18]

Nous pourrions légitimement penser¹⁴ que, dans son for intérieur, il est persuadé que la Terre se meut et que le recours au mouvement « selon la vérité » apparaît simplement comme une ruse lui évitant de faire les frais de la censure et d'être suspecté d'hérésie par le Saint-Office. Et pourtant, il s'en défend explicitement dans un échange épistolaire :

« Pour la censure de Rome, touchant le mouuement de la Terre, ie n'y voy aucune apparence ; car ie nie tres-expressément ce mouuement. Je croy bien que d'abord on pourra iuger que c'est de parole seulement que ie le nie, affin d'éuiter la censure, à cause que ie retiens le systeme de Copernic ; mais, lorsqu'on examinera mes raisons, ie me fais fort qu'on trouuera qu'elles sont serieuses & solides, & qu'elles monstrent clairement qu'il faut

plustost dire que la terre se meut, en suiuant le systeme de Tycho (voir Encart 4), qu'en suiuant celuy de Copernic, expliqué en la façon que ie l'explique. Or, si on ne peut suiure aucun de ces deux, il faut reuenir à celuy de Ptolomée, à quoy ie ne croy pas que l'Eglise nous oblige iamais, veu qu'il est manifestement contraire à l'expérience » [AT V, p. 550].

¹⁴ Cette position est d'ailleurs soutenue par P. Mouy et A. Koyré parmi d'autres historiens des sciences [Mouy (1934), p. 26 ; Koyré (1965), p. 81 ; Koyré (1966), p. 339].

Et d'ajouter : « *tous les passages de l'Écriture, qui sont contre le mouvement de la terre, ne regardent point le système du monde, mais seulement la façon de parler ; en sorte que, prouvant, comme ie fais, que, pour parler proprement, il faut dire que la terre ne se meut point, en suivant le système que i'expose, ie satisfais entierement à ces passages* » [AT V, p. 550].

Pour Descartes, tout semble être finalement affaire de langage¹⁵. La question du mouvement de la Terre revient à un simple problème de façon de s'exprimer – du moins, c'est ce qu'il laisse entendre. Libres sont ceux qui choisissent d'attribuer un mouvement propre à la Terre. Mais qu'ils sachent qu'ils parlent de manière inadéquate, « *au mesme sens que l'on peut dire quelquefois de ceux qui dorment & sont couchés dans vn vaisseau, qu'ils passent cependant de Calais à Douure, à cause que le vaisseau les y porte* » [AT IX, 3|29, p. 115]. Mais le philosophe, « qui fait profession de rechercher la vérité », doit se dépêcher de ces éléments de langage qui corrompent la pensée et l'empêchent de satisfaire ses ambitions !

Mais réduire cette question à un problème de façon de parler paraît pour le moins léger. Il semble assez évident que le mouvement « selon la vérité » n'est rien d'autre qu'une astuce lui permettant de concilier sa physique avec la doctrine de l'Église. Il s'agit simplement d'une « ruse philosophique », dira Leibniz (1646-1716), « un tour pour nier le mouvement de la terre, pendant qu'il était copernicien à outrance » [Leibniz (1710), p. 229],

jugement auquel nous adhérons entièrement.

La ruse est payante : son ouvrage paraît en 1644, et la question de la mobilité de la Terre ne lui vaudra aucune inquiétude de la part de l'Église. Ses *Principes* ne feront l'objet d'aucune censure, du moins pour ce motif. Car ils seront tout de même mis à l'*Index librorum prohibitorum* vingt ans plus tard : sa conception de la matière sera assimilée à l'atomisme en plein essor au XVII^e siècle et sera ainsi jugée incompatible avec le dogme de la transsubstantiation [Roux, 2000].

Aux yeux de nos contemporains, la physique cartésienne peut paraître obscure et souffrir d'erreurs trop fondamentales au point d'être jugée digne de peu d'intérêt. Rejetant toute action à distance, Descartes développe une science du mouvement dont les seules interactions possibles sont les chocs entre les corps. Or, les sept règles qui gouvernent ces impacts sont pour ainsi dire toutes fausses et incohérentes¹⁶. Il développe alors une cosmologie reposant essentiellement sur l'importance du contact entre les corps et le tourbillon de matière céleste ainsi que sur l'impossibilité du vide. Mais bien qu'à l'origine, il ait eu pour ambition d'élaborer une physique mathématique, sa théorie du mouvement planétaire apparaît en fin de compte dénuée de toute description quantitative. Il propose une explication qualitative des périodes de révolution des planètes en fonction de leur distance au Soleil, mais il est incapable d'évaluer ces périodes ni même de déterminer la forme des orbites planétaires. Du reste,

les lois astronomiques de Kepler sont totalement ignorées et il passe sous silence le problème de la chute des corps résolu par Galilée. En somme, les connaissances d'ordre mathématique qui étaient à sa disposition font complètement défaut, si bien que sa physique est finalement aussi peu mathématique que l'était celle d'Aristote¹⁷.

Mais s'arrêter à cette série d'échecs serait oublier la place fondamentale que Descartes a occupée dans la révolution scientifique du XVII^e siècle. Ses prédécesseurs ont largement œuvré à démontrer l'incapacité de la doctrine aristotélicienne à expliquer les nouveaux phénomènes observés. Mais pour détruire définitivement un système qui a dominé la pensée occidentale pendant de nombreux siècles, il faut inévitablement lui en substituer un autre entièrement nouveau et fondé sur de nouveaux principes. Certes, nous l'avons dit, c'est au prix d'erreurs et incohérences qu'il a accompli cette entreprise ; mais ces erreurs, ces contradictions sont négligeables au regard des avancées ayant permis l'apparition de la science moderne et qui méritent d'être considérées à leur juste valeur. Descartes est en effet le père de la pensée mécaniste, du principe d'inertie et est le premier à avoir énoncé, avec la plus grande clarté, la nature ontologique du mouvement. Il est aussi l'auteur d'une méthode nouvelle qui impose de procéder dans l'ordre des choses (c'est-à-dire en commençant par les idées les plus simples et les plus faciles), de chercher les causes premières – les principes –, et d'en déduire tous les phé-

¹⁵ Cf. Ben Jaballah (1997), p. 617-621.

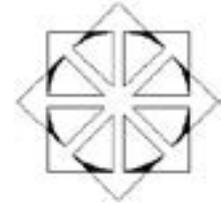
¹⁶ Cf. Blackwell (1966).

¹⁷ Ce point est d'autant plus frappant que la physique mathématique – dont les travaux de Galilée constituent certainement les contributions les plus fameuses – est en plein essor en cette première moitié du XVII^e siècle [Nardi (1986) ; Koyré (1966), p. 107-136].

nomènes dans la nature. On ne saurait trop louer l'un des principaux instigateurs de cette idée selon laquelle la nature est régie par des lois immuables : les *lois de la nature*. Quelque cent ans plus tard, Jean Le Rond D'Alembert (1717-1783), bien que newtonien par excellence, reconnaîtra lui-même l'importance du rôle historique tenu par l'auteur des *Principes de la philosophie* : « Descartes, forcé de créer une physique toute nouvelle, n'a pu la créer meilleure ; qu'il a fallu, pour ainsi dire, passer par les tourbillons pour arriver au vrai système du monde ; et que s'il s'est trompé sur les lois du mouvement, il a du moins deviné le premier qu'il devait y en avoir » [D'Alembert (1894), p. 98].

En octobre 1649, Descartes s'installe à Stockholm après avoir été

appelé à la cour de Suède. Il y cédera quelques mois plus tard, le 11 février 1650, officiellement d'une pneumonie – la cause réelle de sa mort reste encore aujourd'hui un sujet de controverses. Sa physique exercera une extraordinaire influence sur toute l'Europe savante, y compris sur un jeune étudiant de Cambridge au début des années 1660 : un certain Isaac Newton.



Bibliographie

- Adam, C. et Tannery, P., *Œuvres de Descartes*, 12 volumes, Paris : Léopold Cerf (1897-1910), rééd. Paris : Vrin (1996)
- Ben Jaballah, H., *Descartes copernicien ?*, Laval théologique et philosophique, vol. 53 (3), p. 617-638 (1997)
- Blackwell, R. J., *Descartes' Laws of Motion*, Isis, vol. 57, p. 220-234 (1966)
- Boas, M., *The Establishment of the Mechanical Philosophy*, Osiris, vol. 10, p. 412-541 (1952)
- Bruno, G., *La Cena de le cenere (1584)*, trad. fr. Y. Hersant, Le banquet des cendres, Paris : Éditions de l'éclat (2006)
- D'Alembert, Jean Le Rond, *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, rééd. F. Picavet d'après l'Édition de 1763, Paris : Armand Colin (1894)
- Galilée, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Florence : Batista Landini (1632) ; trad. fr. R. Fréreau et F. de Gandt, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Paris : Seuil (1992)
- Guericke, O., *Experimenta Nova*, Amsterdam : J. J. Waesberge (1672)
- Hartsoeker, N., *Conjectures physiques*, Amsterdam : H. Desbordes (1706)
- Koyré, A., *Newtonian Studies*, Chicago : The University of Chicago Press (1965)
- Koyré, A., *Études galiléennes*, Paris : Hermann (1966)
- Leibniz, G. W., *Essais de théodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal*, Amsterdam : I. Troyel (1710) ; rééd., *Essais de théodicée*, Paris : Flammarion (1969)
- Lemery, N., *Cours de Chymie*, Paris : L.-C. d'Houry (1757)
- Le Ru, V., *Mécanisme*, in *La science classique. XVIe – XVIIIe siècle. Dictionnaire critique*, sous la dir. M. Blay et R. Halleux, Paris : Flammarion (1998), p. 622-631
- Maury, J.-P., Galilée. *Le messager des étoiles*, Paris : Gallimard (1986)
- Mouy, P., *Le développement de la Physique Cartésienne. 1646-1712*, Paris : Vrin (1934)
- Nardi, A., *Descartes « presque » galiléen : 18 février 1543*, Revue d'histoire des sciences, vol. 39 (1), p. 3-16 (1986)
- Roux, S., *Descartes atomiste?*, Atomismo e continuo nel XVII secolo, p. 211-274 (2000)
- Taton, R. (éd.), *Histoire générale des sciences. Tome 2. La science moderne*, Paris : Presses Universitaires de France (1958)
- Viscardy, S., *Science du mouvement de Descartes*, Ciel et Terre, vol. 130 (1), p. 10-19 (2014)