

# Influence des tourbillons magnétiques sur l'idée cartésienne de tourbillons planétaires

P. Radelet-de Grave

Université catholique de Louvain

Mexico, 23 Aout 1996

## Introduction

La place stratégique et l'importance en volume accordée par Descartes<sup>1</sup> à sa théorie du magnétisme prêtent à réflexion. Dans les *Principes de Philosophie*<sup>2</sup>, elle occupe les 50 paragraphes c'est-à-dire un volume légèrement inférieur à celui de toute la deuxième partie : *Des principes des choses matérielles* qui compte 64 paragraphes.

De plus, elle occupe les avant-derniers paragraphes de la dernière partie des *Principes*. On ne trouve plus ensuite que quelques remarques sur d'autres attractions dont l'électrostatique puis un paragraphe de conclusion. Et finalement : *Je finirois icy cette quatrième partie des Principes de la philosophie, si je l'accompagnois de deux autres, l'une touchant la nature des animaux et des plantes, l'autre touchant celle de l'homme, ...*<sup>3</sup> Suivent quelques paragraphes sur ces sujets et principalement sur les sens. Bref, la théorie du magnétisme est le clou du travail de Descartes.

Ces éléments nous conduisent à formuler une question à laquelle nous voudrions répondre dans cet article : dans quelle mesure l'idée des tourbillons planétaires est-elle liée à la conception que Descartes a du magnétisme et dans quelle mesure est-elle guidée par les observations magnétiques connues de Descartes?

## Le contexte

Pour atténuer le choc que peut causer une telle question et l'impression qu'elle peut donner de regarder par le petit bout de la lorgnette, il faut considérer le contexte scientifique de l'époque et rappeler quelques faits.

En 1600, Gilbert publie le *de Magnete*<sup>4</sup> où il affirme que la Terre est un grand aimant. Kepler lui emboîte le pas et montre dans l'*Astronomia nova*<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Nous citerons Descartes d'après l'édition des *Œuvres de Descartes, publiées par Charles Adam et Paul Tannery*, reproduite par Vrin, Paris, 1996.

<sup>2</sup> R. Descartes, *Principes de Philosophie*, tome IX.

<sup>3</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 309.

<sup>4</sup> W. Gilbert, *De Magnete, magnetisque corporibus et de magno magnete tellure; Physologia nova, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata*, Londini 1600. Nous citerons d'après la

que le soleil est un aimant qui tourne sur lui-même : *Corpus Solis esse magneticum, et in suo spatio converti*,<sup>6</sup> retenant les planètes dans sa sphère d'action à la façon dont la Terre retient la Lune. En bref, il assimile l'interaction gravifique à une interaction magnétique.

Aujourd'hui cette assimilation semble étrange, c'est que notre manière de voir est influencée par Newton. Ce dernier refuse de décrire l'interaction gravifique, et ne veut accorder d'importance qu'à la loi mathématique qui rend compte de sa décroissance en fonction de la distance. A l'époque qui nous occupe, par contre, un Grandamicus<sup>7</sup> S.J. par exemple tente de prouver l'immobilité de la terre au moyen du magnétisme et Descartes en parle dans ses lettres.

La nouvelle conception géomagnétique de Gilbert rejaillit dans la pratique et la vie quotidienne par exemple par le problème des longitudes que l'on espère résoudre au moyen de la boussole. Kircher, Riccioli et l'ensemble de la communauté jésuite<sup>8</sup> rassemblent des résultats de mesures de la déclinaison faites au cours de nombreuses années.

Finalement, en 1629, au moment où Descartes prépare son *de mundo*<sup>9</sup>, Cabeo publie sa *Philosophica magnetica*<sup>10</sup>, dont Descartes parle également dans sa correspondance.

### La stratégie de Descartes

La science est unifiée affirme Descartes à de nombreuses reprises. Il raconte même dans les *Olympiques*, le choc que lui a causée cette idée qui est pour lui une découverte. Il en rend encore compte dans les *Regulae*. Dans la Règle I, il montre qu'un seul homme ne peut exceller dans tous les arts car ceux-ci demandent *quelque disposition du corps ... on a donc cru qu'il en était de même pour les sciences, et, en les distinguant l'une de l'autre à raison de la diversité de leurs objets, on a pensé qu'il fallait les étudier chacune à part, en laissant toutes les autres de côté. En quoi l'on s'est assurément trompé.*<sup>11</sup> En quoi s'est-on trompé?

---

traduction anglaise faite par P.F. Motteley, *De Magnete* by William Gilbert, en 1893 et republiée chez Dover, New York, 1958.

<sup>5</sup> J. Kepler, *Astronomia Nova*, Prague 1609.

<sup>6</sup> J. Kepler, *Astronomia Nova*, , chapitre XXXIV.

<sup>7</sup> Iacobus Grandamicus Soc. Iesu, *Nova demonstratione Immobilitatis Terrae petita ex virtute magnetica*. Flexiae 1645 .

<sup>8</sup> Cf. P. Radelet- de Grave, *Le magnétisme chez Mercator et la situation des marins en mer*, Fonds Mercator Paribas, Anvers 1994, pp. 208-219.

<sup>9</sup> R. Descartes, *Le Monde ou traité de la lumière*, tome XI.

<sup>10</sup> N. Cabeo, *Philosophia magnetica in qua magnetis natura penitus explicatur*, Coloniae 1629.

<sup>11</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingenii*, T. X, p. 360. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 77.

Toutes les sciences ne sont en effet rien d'autre que l'humaine sagesse, qui demeure toujours une et identique à elle-même, quelque différents que soient les objets auxquels elle s'applique, et qui ne reçoit pas d'eux plus de diversité que n'en reçoit la lumière du soleil de la variété des choses qu'elle éclaire; il n'y a donc pas lieu de contenir l'esprit en quelques bornes que ce soit; loin en effet que la connaissance d'une seule vérité, à l'exemple de la pratique d'un seul art, nous empêche d'en découvrir une autre, elle nous y aide bien plutôt<sup>12</sup>.

Nous trouvons encore la même idée, sous une forme résumée, dans la copie leibnizienne des *cogitationes privatae* : *Les paroles des sages peuvent être ramenées à un très petit nombre de règles générales.*<sup>13</sup> Leibniz ajoute ensuite les idées exprimées dans les règles II, III, IV c'est-à-dire : idées claires et précises (axiomes ou idées fondamentales), déduction à partir de ces idées d'une manière aussi rigoureuse que dans l'arithmétique et la géométrie, idée de mathématique universelle.

Descartes donne une autre formulation dans le *Discours de la Méthode* à partir d'une métaphore architecturale devenue célèbre. *J'étoys alors en Allemagne ... où il se laisse mener par ses pensées. Entre lesquelles, l'une des premières fut que je m'avisai de considérer, que souvent il n'y a pas tant de perfection dans les ouvrages composés de plusieurs pièces, & faits de la main de divers maîtres, qu'en ceux ausquels un seul a travaillé. Aiinsi voit on que les bastimens qu'un seul Architecte a entrepris & achevez, ont coustume d'estre plus beaux et mieux ordonnez, que ceux que plusieurs ont tasché de racommoder, en faisant servir de vieilles murailles qui avoient esté basties à d'autres fins*<sup>14</sup>.

C'est à une telle construction que Descartes se livre dans les *Principes de la philosophie* et c'est dans ce sens que je parlais de position stratégique de sa théorie du magnétisme qui, placée à la fin de cette construction, peut en être considéré comme l'aboutissement. Mais nous pouvons y voir un autre but encore, celui du contrôle ou de la preuve expérimentale. La théorie avancée est-elle apte à expliquer les expériences curieuses de l'aimant? *Descartes espère maintenant faire voir que toutes celles de ces propriétés que les plus curieuses expériences des admirateurs de l'aymant ont pû découvrir jusques à présent, peuvent si facilement estre expliquées par leur moyen, que cela seul suffiroit pour persuader qu'elles sont vrayes, encore qu'elles n'auroient point estées déduites des premiers principes de la nature.*<sup>15</sup> Cette phrase souligne deux

---

<sup>12</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingenii*, T. X, p. 360. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 78.

<sup>13</sup> Cf. F. Hallyn, *Les Olympiques de Descartes*, Librairie Droz S.A., Genève, 1995, p. 42.

<sup>14</sup> R. Descartes, *Discours de la méthode*, T. VI, p. 11.

<sup>15</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, T. IX, p. 280.

aspects : d'une part la justification de la théorie par le travail déductif à partir des principes fondamentaux de la nature et d'autre part l'aptitude de cette théorie à rendre compte de phénomènes bizarres.

Mais ne brûlons pas les étapes et revenons en 1629-30 à l'époque de l'élaboration des *Regulae* d'une part et du *Monde* d'autre part. A cette époque, dans le contexte que nous avons évoqué plus haut, le magnétisme est une matière complexe pour Descartes : *Ainsi si l'on demande quelle est la nature de l'aimant, on les [les physiciens] voit aussitôt, parce qu'ils se figurent que la question est ardue et difficile, détourner leur esprit de tout ce qui est évident, et l'orienter vers tout ce qu'il y a de plus difficile;*<sup>16</sup>

Mais Descartes procède différemment et il décrit sa méthode : *celui qui pense que rien n'est connaissable de l'aimant, qui ne soit composé de certaines natures simples et connues d'elles-mêmes, n'a pas d'hésitation sur ce qu'il faut faire : il rassemble d'abord avec soin toutes les expériences qu'il peut avoir sur cette pierre, après quoi il essaie d'en déduire quel est le mélange de natures simples nécessaires pour produire tous les effets dont il a fait l'expérience sur l'aimant; ce mélange une fois trouvé, il peut affirmer hardiment qu'il a saisi la véritable nature de l'aimant, dans la mesure où elle pouvait se laisser découvrir par un homme et à partir des expériences données*<sup>17</sup>. Il n'est pas encore certain d'arriver au but, il s'agit donc suivant la terminologie des *Regulae* d'une matière imparfaite : *Parmi les questions, en revanche, les unes sont parfaitement comprises, lors même qu'on en ignore la solution, et c'est de celles-là seulement que nous allons traiter dans les douze règles qui suivent immédiatement; les autres enfin sont imparfaitement comprises, et nous les réserverons pour les douze dernières règles.*<sup>18</sup>

L'aimant fait partie de ces matières que Descartes ne traitera pas dans les *Regulae*, d'ailleurs les douze dernières règles ne seront pas écrites. Or parmi elles il citait : *Mais en outre pour que la question soit parfaite, nous voulons qu'elle soit entièrement déterminée, de sorte qu'on ne cherche rien de plus que ce qui peut se déduire des données du problème : ce serait le cas si l'on me demandait ce que l'on doit inférer touchant la nature de l'aimant, à partir, pour être précis, des expériences que Gilbert affirme avoir faites, qu'elles soient vraies ou qu'elles soient fausses; ...*<sup>19</sup>

---

<sup>16</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingeniii*, T. X, p. 427. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 154.

<sup>17</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingeniii*, T. X, p. 427. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 155.

<sup>18</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingeniii*, T. X, p. 429. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 157.

<sup>19</sup> R. Descartes, *Regulae ad directionem ingeniii*, T. X, p. 431. Traduction française, *Œuvres philosophiques*, vol. 1, p. 159.

C'est finalement dans la même optique, celle des douze dernières règles, qu'il aborde cette matière dans la 4e partie des *Principes*.

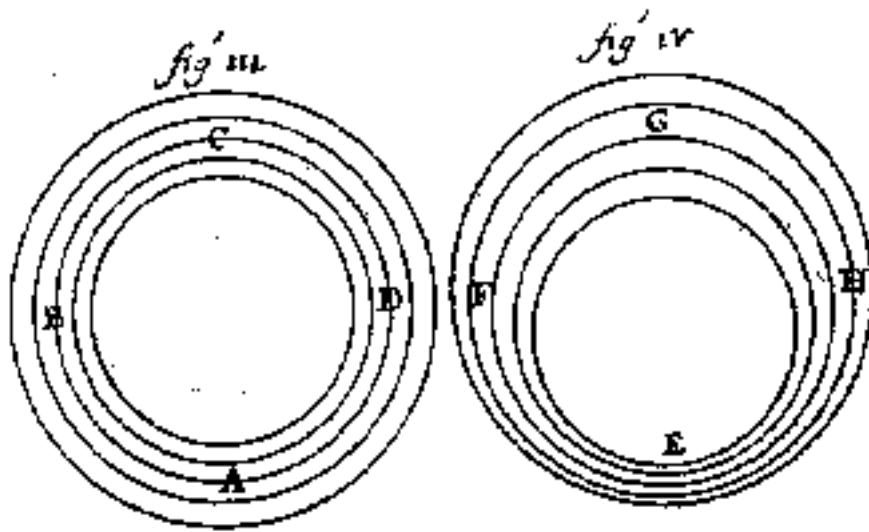
#### Le Monde, la création d'un univers sans magnétisme

Mais nous n'en sommes pas encore là, pour l'instant, après les *Regulae*, ou en même temps, Descartes attaque *le Monde ou traité de la lumière* suivi du *traité de l'homme*. Dans ce travail, nous voyons la méthode cartésienne à l'œuvre pour expliquer le Monde,

Après les chapitres I à V qui s'apparentent aux matières traitées dans la première et deuxième partie des *Principes*, Descartes aborde la description du soleil, des étoiles, des planètes et de la terre, de la lune et des comètes bref des matières qui se retrouvent dans la troisième partie des *Principes de Philosophie*. Mais ici le raisonnement de Descartes est plus transparent et surtout dégagé, ou est-il plus clair pour cette raison, des contraintes de l'explication du magnétisme. En effet, il n'est jamais question de magnétisme dans ce travail. Nous pouvons voir comment s'ébauche de manière très générale l'idée de tourbillon dans le chapitre IV à partir de l'absence de vide. Pour se faire Descartes s'interroge sur la possibilité d'un mouvement en l'absence de vide : *A quoi j'aurais de la peine à répondre si je n'avais reconnu, par diverses expériences, que tous les mouvemens qui se font au Monde sont en quelque façon circulaires : c'est-à-dire que, quand un corps quitte sa place, il entre toujours en celle d'un autre, et celui-ci en celle d'un autre et ainsi de suite jusques au dernier, qui occupe au même instant le lieu délaissé par le premier, en sorte qu'il ne se trouve pas d'avantage de vuide parmy eux lorsqu'ils se remuent que lorsqu'ils sont arrêtés*<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> R. Descartes, *Le Monde ou traité de la lumière*, tome XI, p. 19.



Fig<sup>21</sup>. 4

Cette idée est reprise dans la deuxième partie des *Principes*, au § 33 : *Comment, en chaque mouvement, il doit y avoir un cercle, ou anneau, de corps qui se meuvent ensemble*<sup>22</sup>, où elle est illustrée par les figures qui précèdent. Descartes y montre comment, il est possible d'éviter le vide dans la nature pour autant que les mouvements se fasse toujours sur des figures fermées, telles que la dernière particule puisse instantanément prendre la place de la première. Tout mouvement engendre donc un tourbillon.

Il décrit ensuite au chapitre V *du Monde* les éléments qui composent son univers. Ces éléments sont au nombre de trois : le premier très subtil et très rapide, l'élément de feu, forme le Soleil et les étoiles. Le second constitué de parties rondes plus grosses et, mais il ne le dit pas explicitement, très rapides forment le ciel. Le troisième formé de parties très grosses et lentes qui s'agglutinent et forment la Terre et les Planètes.

Descartes imagine que Dieu crée un nouveau monde à partir, uniquement, d'une matière incompressible qui se morcelle et de mouvement. Cet ensemble forme un chaos originel où l'ordre apparaîtra car la matière comme le mouvement sont soumis aux lois de la nature qu'il explicite au chapitre VI.

<sup>21</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 1 figs 3 et 4.

<sup>22</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 81.

Les éléments qui composent cet univers et les lois de la nature sont les éléments fondamentaux de sa physique. Non seulement dans le sens où les premiers permettent de reconstruire tous les objets de l'univers qu'il imagine recréé par Dieu mais aussi parce que aidés des secondes, ils fondent tout le raisonnement. Ils sont donc fondamentaux au sens axiomatique ou au sens des *Regulae* comme nous l'avons déjà souligné.

L'une des premières choses dont il faut rendre compte est l'évolution ce nouvel univers créé par Dieu. Au chapitre VIII, Descartes montre comment se créent plusieurs tourbillons ou systèmes solaires dont chaque centre est occupé par la matière la plus subtile et la plus mobile, le feu qui compose donc le Soleil et les autres étoiles. Il faut ensuite justifier l'apparition des planètes et des comètes qui comme le montre l'illustration du chapitre IX sont entraînées par les tourbillons comme des navires par un fleuve<sup>23</sup>.

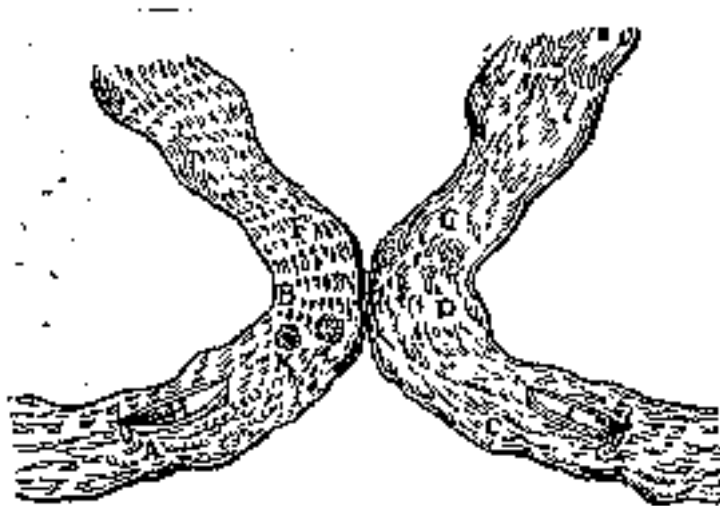


Fig. 5

#### Les premières marques d'intérêt de Descartes pour le magnétisme

Dans le Monde, il n'est pas fait explicitement appel au magnétisme alors que nous trouvons dans une lettre de Descartes à Mersenne du 25 novembre 1630 : *I'estime fort l'expérience de l'ayman que vous m'apprenez, et ie iuge bien qu'elle est veritable; elle s'accorde entierement aux raisons de mon Monde, & me servira peut-être pour les confirmer.*<sup>24</sup> Nous ne savons malheureusement pas avec certitude quelle est cette expérience car la lettre de Mersenne fait défaut. Je conjecture qu'il s'agit de l'expérience de la limaille de fer. Cette expérience est ébauchée par J.B. della Porta en 1589 dans sa *Magia naturalis*<sup>25</sup> dans le but de

<sup>23</sup> R. Descartes, *Le Monde ou traité de la lumière*, tome XI, p. 59.

<sup>24</sup> R. Descartes, correspondance, T. I, p. 176.

<sup>25</sup> J.B. della Porta, *Magia naturalis sive de Miraculis rerum naturalim*, Anvers, 1589

déterminer les pôles magnétiques mais surtout et c'est cela qui justifie ma conjecture, elle figure pour la première fois accompagnée d'un dessin dans la *Philosophia Magnetica* de Nicolo Cabeo<sup>26</sup>.



Fig. 6

Ce livre venait d'être publié lorsque Descartes écrit dans sa lettre suivante à Mersenne : *Je n'ay point vû le livre de Cabeus de Magnetica Philosophia, & ne me veux point maintenant divertir à le lire.*<sup>27</sup> Malheureusement, là non plus nous n'avons pas la lettre de Mersenne qui permettrait de dire avec certitude s'il s'agit de la suite de la même discussion.

Nous savons qu'ensuite, après la condamnation de Galilée le 2 juin 1632, Descartes renonce à publier *le Monde* et se tourne vers des sujets moins brûlants. Mais, il n'enterre pas ses idées pour autant et de 1640 à 1643, on trouve plusieurs remarques et questions sur le magnétisme, notamment dans ses lettres à Mersenne et à Huygens. Ces remarques concernent l'explication de la déclinaison magnétique et la discussion d'une "nouvelle" expérience donnée par Kircher dans son *Magnes, sive de arte Magnetica*<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> N. Cabeo, *Philosophia magnetica in qua magnetis natura penitus explicatur*, Coloniae 1629, p. 18.

<sup>27</sup> R. Descartes, correspondance, T. I, p. 180.

<sup>28</sup> A. Kircher, *Magnes, sive de arte Magnetica*, Rome 1641.

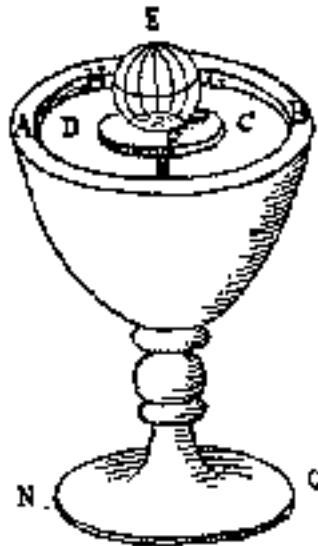


Fig. 7

Ne nous attardons pas à cette expérience<sup>29</sup> qui ne peut pas fonctionner mais remarquons plutôt la figure suivante de Kircher<sup>30</sup>. Elle n'est certainement pas sans rapport avec celles que Descartes donnera plus tard à propos de l'aimant terrestre.

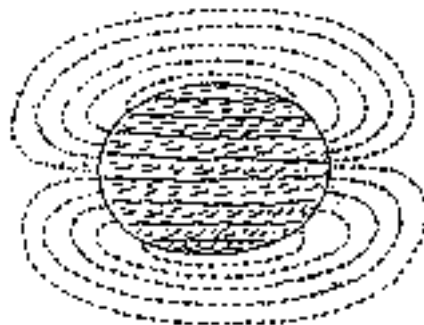


Fig. 8

<sup>29</sup> A. Kircher, *Magnes, sive de arte Magnetica*, Rome 1641. Cette figure est reproduite dans tome III, p. 525.

<sup>30</sup> A. Kircher, *Magnes, sive de arte Magnetica*, 3e édition, Rome, 1654, p. 415.

Or c'est peu après, fin mai 1643, dans une lettre à Constantin Huygens que Descartes donne les rudiments de sa théorie du magnétisme : *Je crois vous avoir desia dit que i'explique toutes les proprietéz de l'ayman par le moyen d'une certaine matiere fort subtile & imperceptible, qui, sortant continuellement de la terre, non seulement par le pole, mais aussi par tous les autres endroits de l'hemisphere Boreal, passe de là vers l'hemisphere Austral, par tous les endroits duquel elle entre derechef dans la terre; & d'une autre pareille matiere, qui sort de la terre par l'hemisphere Austral, & y rentre par le Boreal; à cause que les parties de ces deux matieres sont de telle figure, que les pores de la terre, ou de l'Ayman, ou du fer touché de l'Ayman, par où peuvent passer celles qui viennent d'un hemisphere, ne peuvent donner passage à celles qui viennent de l'autre hemisphere, comme ie pense demonstrier dans ma Physique, où i'explique l'origine de ces deux matieres subtiles, & les figures de leurs parties, qui sont longues & entortillées en forme de vis, les Boréales au contraire des Australes*<sup>31</sup>.



Fig<sup>32</sup>. 9

Et adressée à Pollot, une lettre du premier janvier 1644, nous apprend *Je n'ay iamais fait de traité de l'aymant; mais la troisième partie de ma philosophie, que j'escris en latin, en contient les principes, & i'en explique les propriétés a la fin du quatriesme, laquelle i'acheve maintenant, en sorte que j'en suis en cet endroit là.*<sup>33</sup>

### Les Principes, la Terre est un aimant

Bien que dans la deuxième partie des *Principes* on trouve les lois de la nature auxquelles devront également satisfaire les éléments qui

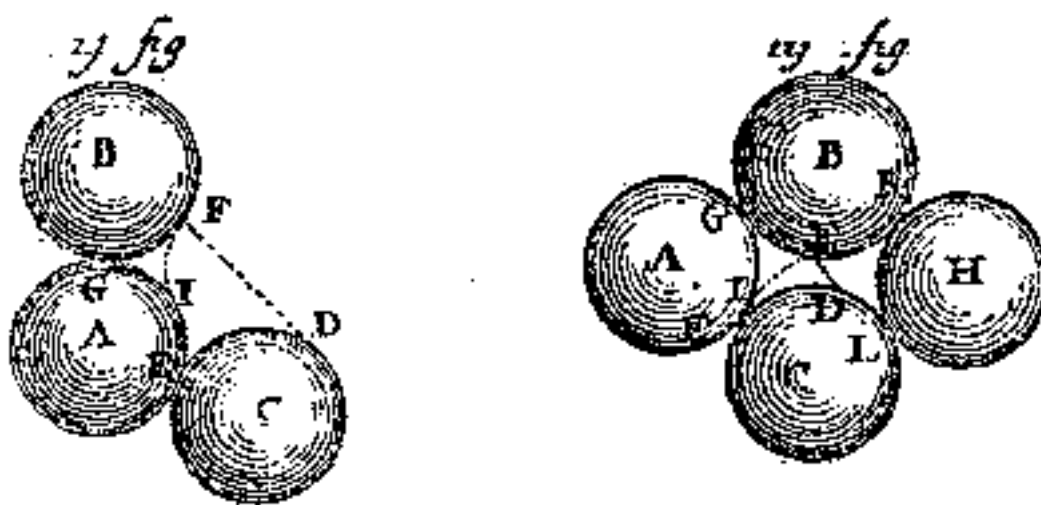
<sup>31</sup> R. Descartes, Correspondance, tome III, p. 670

<sup>32</sup> R. Descartes, Correspondance, tome III, p. 670.

<sup>33</sup> R. Descartes, Correspondance, tome IV, p. 72-73.

composent l'aimant et les matières magnétiques, Descartes ne fait apparemment là aucun choix guidé par le magnétisme en particuliers.

Dans la troisième partie, il part, comme dans *le Monde*, de trois substances fondamentales (ou éléments) issues d'une même matière initiale créée par Dieu. Il y a cependant une différence importante par rapport au *Monde* : Lorsque les parties du second élément s'arrondissent, elles laissent des débris. Ces débris sont du premier élément<sup>34</sup> et ont une forme hérissée. Pour cette raison, ils s'agglutinent entre eux et composent des éléments plus gros et plus lents. Parmi eux se forme la matière cannelée due aux triangles laissés entre les sphères du deuxième élément



Fig<sup>35</sup> . 10

Cette matière étant moins agitée et la ligne droite étant le mouvement le plus naturel, elle circule généralement d'un pôle à un autre en un mouvement tourbillonnaire. Comme elle progresse en tournant à travers des sphères, ses parties prennent la forme de coquilles d'escargot d'où son nom de matière cannelée. Ces parties peuvent être tournées en sens opposés : les unes sont levogyres et les autres dextrogyres suivant le pôle par lequel elles rentrent. § 91. *Qu'entre ces parties cannelées, celles qui viennent d'un pôle sont tout autrement tournées que celles qui viennent de l'autre. Et parce qu'elles viennent vers le milieu du ciel de deux côtés qui sont opposés l'un à l'autre, à savoir les unes du pôle austral et les autres du septentrional, pendant que tout le ciel tourne en même sens sur son essieu,*

<sup>34</sup> Tous les éléments proviennent du premier élément, ils se distinguent ensuite, par exemple en s'arrondissant forment le deuxième élément.

<sup>35</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 8 figs 2 et 3.

*il est manifeste que celles qui viennent du pôle austral doivent être tournées en coquille d'un autre sens que celles qui viennent du septentrional; et cette particularité me semble fort remarquable, à cause que c'est principalement d'elle que dépendent les forces de l'aimant, lesquelles j'expliquerai ci-après<sup>36</sup>*

Ces particules cannelées ont une propriété étrange et cruciale. Elles sont responsables de taches, telles les taches solaires à propos desquelles, dès 1630, Descartes presse Mersenne de questions à transmettre à Gassendi *Je serois seulement bien aise de sçavoir generalement qu'il [Gassendi] a pû voir plusieurs tâches au Soleil, & combien il en a vû en mesme temps; si elles vont toutes de mesme vîtesse, et si leur figure paroist tousiours ronde<sup>37</sup>*. Or, dit-il, ces taches peuvent grandir, diminuer, apparaître disparaître, et pourquoi pas occulter complètement un astre, comme il l'imagine au § 105. : *Posons, par exemple, que l'astre I est entièrement couvert [d'une] tache ..., & considerons que cette tache ne peut estre si épaisse, qu'il n'y ait en elle plusieurs pores ou petits trous par où la matiere du premier element, & mesme ses parties canelées ... peuvent passer.<sup>38</sup>* Il reste à montrer comment le passage de la matière canelées à travers ces pores engendre un double tourbillon autour de l'étoile occultée. Qu'il se forme un tourbillon ne nous étonne pas, nous l'avons montré plus haut, pour éviter la création de vide tout mouvement doit engendrer un tourbillon; qu'il soit double s'explique par le fait que les matières dextrogyres et lévogyres ne peuvent se mélanger car elles ne peuvent pénétrer par les mêmes pores.

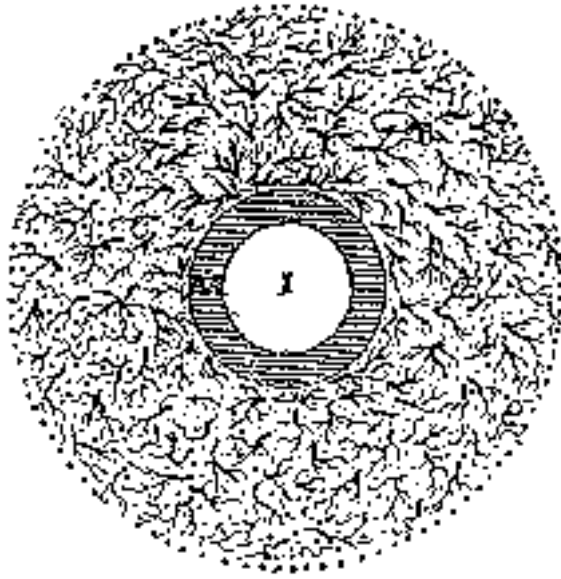
Les éléments sont à présent en place pour la quatrième partie qui s'ouvre sur un préambule métaphysique (hypothèse de la création) pour ensuite décrire la constitution de la Terre et de son centre de feu, (car c'est une étoile éteinte). Elle s'est éteinte par le processus des taches que nous venons de décrire. Elle a donc autour de son noyau de feu un anneau opaque et obscur, agglomérat de taches du type des taches solaires qui laissent passer aisément la matière magnétique.

---

<sup>36</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 155.

<sup>37</sup> R. Descartes à M. Mersenne, Correspondance, tome 1, p. 112-113.

<sup>38</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 162.



Fig<sup>39</sup>. 11

La théorie planétaire du *Monde* a donc été modifiée pour rendre compte du fait que la Terre est un grand aimant, comme l'avait dit Gilbert. Descartes peut alors arriver à sa théorie de l'aimant proprement dite. Celle-ci se déroule en trois phases :

Phase A : Exposé de la théorie qui découle de ses principes. Pour cela il suffit de renvoyer aux paragraphes que nous venons d'évoquer et de les appliquer à la l'aimant. Il faut alors encore différencier l'aimant du fer, dont la magnétisation peut être aisément inversée. Mais là aussi les éléments avaient été donnés précédemment. Les pores lévogyres et dextrogyres qui reçoivent les parties cannelées sont tapissés de petits filament qui se couchent, permettant le passage dans un sens et l'interdisant dans l'autre, à rebrousse poil. Il suffit donc de dire que ceux du fer sont plus aisément renversés que ceux de l'aimant.

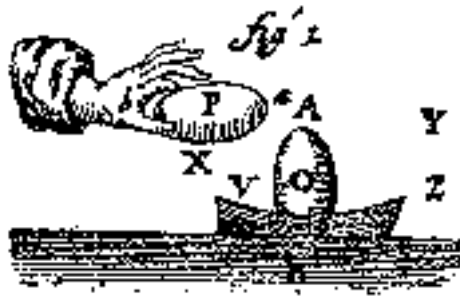
Phase B : Elaboration d'une liste de 34 résultats expérimentaux dont nous citerons les 5 premiers :

1. *Qu'il y a deux poles en chaque aymant, l'un desquels, en quelque lieu de la Terre que ce soit, tend tous-jours à estre tourné vers le Septentrion, & l'autre vers le Zud.*
2. *Que ces poles de l'aymant tendent aussi à se pencher vers ... la Terre; & ce diversement, à raison des divers lieux où il est transporté.*
3. *Que, lors que deux aymans de figure ronde sont proches, chacun d'eux se tourne & se penche vers l'autre, en mesme façon qu'un seul se tourne & penche vers la Terre.*

---

<sup>39</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 13 fig. 1.

4. Que lors qu'ils sont ainsi tournez l'un vers l'autre, ils s'approchent jusques à ce qu'ils se touchent.



Fig<sup>40</sup>. 12

5. Que, s'ils sont retenus par contrainte en une situation contraire à celle-là, il se fuyent & se reculent l'un de l'autre.<sup>41</sup>

Nous y retrouvons les principales propriétés de l'aimant. La 30<sup>eme</sup> décrit l'expérience de la limaille de fer :

30. Que la limure de fer s'arrange en certain ordre autour des pierres d'aymant<sup>42</sup>.

Il y rassemble en fait toutes les propriétés connues de son époque.

Phase C : Explication des observations au moyen de sa théorie.

Il lui suffit pour ce faire de réécrire la démonstration à l'envers.

Nous nous arrêterons sur la description de l'aimant terrestre et de son tourbillon<sup>43</sup> :

---

<sup>40</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 20 fig. 1.

<sup>41</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 280.

<sup>42</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 283.

<sup>43</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 19 fig. 1. Le lecteur confrontera cette figure à celle de A. Kircher reprise ici sous le N° 8.

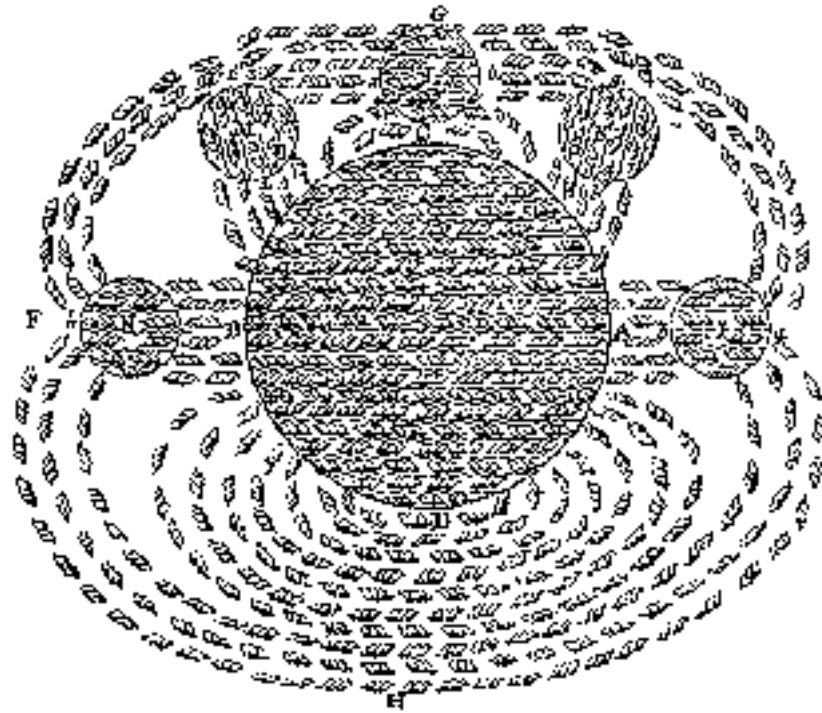


Fig. 13

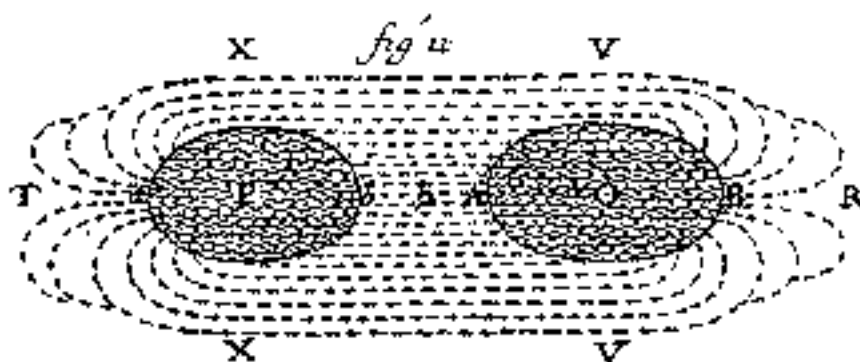
*Maintenant, pour rendre les raisons de ces proprietéz de l'aymant, considerons cette figure en laquelle ACBD represente la Terre, dont A est le pole Austral ou du Zud, & B est le Boreal ou celui du Nord.<sup>44</sup>*

*Et toutes ces petites viroles qu'on a peintes autour, representent les parties canelées, touchant lesquelles il faut remarquer que les unes sont tournées tout au rebours des autres ..., ce qui est cause qu'elles ne peuvent passer par les mesmes pores; & que toutes celles qui viennent de la partie du Ciel marquée E, qui est Zud, sont tournées en un mesme sens, & ont en la moitié de la Terre CAD les entrées des pores, par où elles passent sans cesse en ligne droite jusques à la superficie de son autre moitié CBD, puis de là retournent circulairement de part & d'autre, par dedans l'air, l'eau & les corps de la Terre supérieure, vers CAD; & qu'en mesme façon toutes celles qui sont tournées en l'autre sens, viennent du Nord F, & entrant par l'hémisphere CBD, prennent leur cours en lignes droites au dedans de la Terre jusques à l'autre hémisphere CAD, par où estant sorties elles retournent par l'air CBD.<sup>45</sup>*

<sup>44</sup> Pour des raisons de cohérence entre les explications de l'orientation dans le champ magnétique terrestre et des phénomènes d'attraction et de répulsion les définitions des pôles nord et sud d'un aimant, Descartes échange les appellations nord et sud. Pour lui le Nord de l'aimant s'oriente vers le Sud de la Terre. Cf. à ce sujet, P. Radelet-de Grave, *Les lignes magnétiques du XIIIe au milieu du XVIIIe siècle*, Cahiers d'histoire et de Philosophie des Sciences, Nouvelle série Vol. I, Paris 1982, p. 30-31 et P. Radelet-de Grave, *Die Werke von Daniel Bernoulli*, Bd. 7 (Magnétisme), Birkhäuser, 1994, p. 33-57.

<sup>45</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 283.

Les propriétés d'orientation dans le champ magnétique terrestre ou autre se lisent immédiatement sur la figure 13. Il ne reste plus qu'à rendre compte de l'attraction et de la répulsion entre aimants : § 153. *Pourquoy deux aymans s'approchent l'un de l'autre, & quelle est la sphere de leur vertu. ... Car il faut remarquer que les parties canelées passent beaucoup plus vite par les conduits de l'aymlant que par l'air, dans lequel leurs cours est arrêté par le second & troisième element qu'elles rencontrent, au lieu qu'en ces conduits elles ne se meslent qu'avec la plus subtile matière du premier .element..., laquelle augmente leur vitesse. C'est pourquoy elles continuent quelque peu leur mouvement<sup>46</sup> en lignes droites, pares estre sorties de l'aymant, avant que la resistance de l'air les puisse destourner; & si, en l'espace par où elles vont ainsi en lignes droites, elles rencontrent les conduits d'un autre aymant, qui soient disposez à les recevoir, elles entrent en cet autre aymant au lieu de se destourner, & chassant l'air qui est entre ces deux aymans, font qu'ils s'approchent l'un de l'autre.<sup>47</sup>*



Fig<sup>48</sup>. 14

La répulsion s'explique de manière analogue en évoquant un conflit entre les tourbillons issus de deux pôles de noms différents d'où sortent des viroles canelées de manière opposée.

Quant à l'expérience de la limaille de fer : § 179 *Comment s'arregent les grains de la limure d'acier autour d'un aymant* <sup>49</sup>; Elle ne peut, au vu, de la figure 13 que venir confirmer la théorie.

### Conclusion

<sup>46</sup> On observera la manière subtile dont Descartes fait ici appel à la conservation de la quantité de mouvement.

<sup>47</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 287.

<sup>48</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, planche 19 fig. 2.

<sup>49</sup> R. Descartes, *Principes de philosophie*, tome IX, p. 302.

Au début de mon exposé, j'ai évoqué le rôle de Newton et le fait que nous sous-estimions l'importance du magnétisme à l'époque qui précède celle où il regnera en maître absolu. Je voudrais revenir à un autre aspect de la lourde influence de ce personnage. En proposant de ne pas faire d'hypothèse sur la manière dont les interactions se propagent, en se limitant à la considération de l'expression mathématique de l'effet de cette interaction en chaque point, Newton gomme tout le travail de Descartes qui portait précisément sur la propagation de cette interaction. Ce travail expliquant en un sens ce que nous appelons aujourd'hui le champ magnétique; il rendait responsable de la gravitation. Sous l'impulsion de Newton, les chercheurs vont renoncer à leurs tentatives dans ce domaine pour se lancer exclusivement dans l'étude expérimentale de la loi de la décroissance de la force magnétique. Cette recherche conduira aux travaux de Coulomb. En fait, Daniel Bernoulli et Euler furent pratiquement les seuls, avant Faraday et Maxwell, à comprendre l'importance du travail de Descartes. Le § 2 de l'unique texte de Daniel consacré à la théorie du magnétisme commence par ces termes : *"J'ai commencé mes recherches sur l'aiman par la lecture du système de Descartes, à laquelle j'ai fait succéder celle des auteurs les plus célèbres qui en ont traité après lui. Je n'ai pu refuser mon admiration aux conceptions tout-à-fait heureuses du premier, ni à la sagacité des autres à faire de nouvelles expériences, & à découvrir de nouvelles propriétés de l'aiman; mais il est vrai qu'à cela près, je n'ai trouvé dans ces derniers aucune idée différente de celles de M. Descartes, qui eut le moindre air de probabilité."*<sup>50</sup>

Euler est pleinement d'accord avec Bernoulli sur ce point et nous retrouvons les mêmes objectifs décrits dans son introduction à la *"Dissertatio de magnete"*<sup>51</sup> de 1744.

---

<sup>50</sup> Daniel Bernoulli (St. 41) *Nouveaux principes de mécanique et de physique tendans à expliquer la nature et les propriétés de l'aimant*. Die Werke von Daniel Bernoulli, Bd. 7, p. 113.

<sup>51</sup> L. Euler, E 109, *Dissertatio De Magnete*, Prix Paris 1744-46, pp. 1-47. Leonardi Euleri Opera Omnia, Ser. III, vol. 10, ed. D. Speiser et P. Radelet-de Grave, à paraître.