

William Gilbert, le père du magnétisme

La vie de William Gilbert de Colchester

William Gilbert est né le 24 mai 1544, à Colchester, (Essex, Angleterre) dans une famille relativement aisée. Son arrière-grand-père John Gilbert avait épousé Joan Tricklove, la fille unique d'un riche marchand de Clare dans le Suffolk. Leur fils William devint un fournisseur de draperies de la cour de Henry VIII. Il eut neuf enfants dont Jerome, le père de notre physicien, qui devint juriste de profession et quitta Clare pour s'établir à Colchester dans les années 1520. Il épousa Elizabeth Coggeshall et l'aîné de leurs cinq enfants fut William. Après avoir fréquenté la *Grammar School* de Colchester, William entre au *St John College* à Cambridge en mai 1558. Il devient Bachelier ès Arts en 1561, puis Master en 1564. Durant les années 1565-1566, il est examinateur en mathématiques de son collège. Il obtient son doctorat en médecine en 1569. Il est élu senior Fellow de St John cette même année, quitte Cambridge peu après, et, selon certains biographes, voyage en Europe puis s'installe à Londres en 1573 où il commence à exercer la médecine. Trois ans plus tard, il devient membre du *College of Physicians* (Collège royal des médecins de Londres). Il en est le trésorier de 1581 à 1590, et y occupe successivement divers postes de direction. En 1588, il est l'un des quatre médecins du *College* désignés par le conseil privé de la reine, pour veiller à la santé des hommes de la Marine royale.

À Londres, Gilbert est très apprécié en tant que médecin et est consulté par toute l'aristocratie. En 1599, il accède à la présidence du *College of Physicians* et il est nommé, en 1600, médecin personnel de la reine Elizabeth I, alors âgée de soixante-sept ans. Il le restera jusqu'au décès de cette dernière, trois ans plus tard. Après la mort de la mère de William, son père, Jerome, avait épousé Jane Wingfield. William héritera de sa résidence londonienne, *Wingfield house*, près de Upper Thames street et non loin du *College of Physicians*. Cette résidence servit pendant quelques années de laboratoire ou de lieu de réunion à un groupe de scientifiques, amis de Gilbert. À la mort de la reine, Gilbert garde son poste auprès de son successeur le Roi James I. William Gilbert meurt peu après, probablement de la peste, le 10 décembre 1603. Il

est inhumé à Colchester dans l'Église de la sainte Trinité où un monument a été érigé en son honneur. Gilbert étant toujours resté célibataire, a légué ses livres, instruments, globes et collection de minéraux à la bibliothèque du *College of physicians* mais ils seront détruits en septembre 1666, de même que *Wingsfield House*, lors du grand incendie de Londres qui détruisit treize mille maisons et une zone d'environ deux cents hectares.

Il semble que les premiers travaux de Gilbert aient été relatifs à la chimie, mais aucun de ses travaux dans ce domaine ne nous est parvenu. C'est sans doute après sa sortie de l'université de Cambridge que Gilbert s'intéresse au magnétisme et réalise ses expériences durant plus d'une décennie. Le résultat en a été son ouvrage *De magnete* que nous analyserons plus loin. Gilbert a réuni dans son traité toutes les connaissances alors disponibles sur le magnétisme et il devint immédiatement le père de la science expérimentale en Angleterre. Son ouvrage, bien qu'il ne comporte ni calculs, ni considérations mécaniques, eut un succès immédiat et Galilée exprima, dit-on, son admiration pour le travail de Gilbert.

Dans le *De magnete*, l'attitude scientifique de Gilbert est généralement celle d'un expérimentateur possédant un excellent sens critique, ne se référant à aucune autorité, et vérifiant toutes les affirmations d'autrui. Il rejette toutes les superstitions, dont, par exemple, les histoires affirmant que le diamant et l'ail neutralisent le magnétisme. Il ne croit pas à l'alchimie, mais comme ses contemporains, croit aux horoscopes et à l'influence des astres. L'effet magnétisant de la terre sur un morceau de fer que l'on est en train de forger est comparé par lui à l'influence des planètes sur un enfant au moment de sa naissance¹. Cependant, le *De magnete* est considéré comme le premier ouvrage moderne sur l'électricité et le magnétisme. Poggendorff dans sa *Geschichte der Physik*, appelle Gilbert « le Galilée du magnétisme » et Priestley écrit que Gilbert est le père de l'électricité moderne.

Les autres écrits de Gilbert n'ont été publiés qu'un demi-siècle après sa mort. Son demi-frère William Gilbert de Melford les a en effet réunis et publiés à Amsterdam, en 1651, sous le titre *De nostro sublunari philosophia nova*. L'ouvrage est, dans sa première partie, *Physiologiae nova contra Aristotelem*, une extension des idées cosmologiques de Gilbert présentées dans le dernier chapitre de *De Magnete*. Dans cette sixième partie de son ouvrage, Gilbert, sans discuter du fait que l'univers est géocentrique ou héliocentrique, tente

1. On peut lire, page 142 de l'édition originale : « *Nam ut cum ex utero materno natus in lucem editur, et respirationem et animales quasdam actiones adipiscitur, tunc planetae et corpora caelestia pro habitudine sua in mundo, et pro ea quam habent ad horizontem et terram configuratione, proprias et singulares nato immitunt qualitates : sic ferrum istud dum fingitur et extenditur, à communi causa (tellure scilicet) afficitur ; dum etiam ab ignitione ad pristinam temperiem revertitur, verticitate singulari propositionis ratione imbuatur.* »

d'expliquer la rotation journalière de la terre à l'aide de la théorie de Peter Peregrinus, élaborée au treizième siècle, selon laquelle la rotation est un mouvement magnétique¹. La terre étant un aimant, dit Gilbert, elle doit tourner autour de son axe, selon ce principe.

Le *De nostro sublunari philosophia nova*, comporte une seconde partie, *Nova meteorologia contra Aristotelem*, où Gilbert discute des comètes, des vents, de l'arc-en-ciel, de la Voie lactée et des phénomènes aquatiques, mers, rivières, sources et marées. Rien n'indique que Gilbert considérait que ces deux parties avaient un quelconque lien. Au début de la *Physiologiae nova*, Gilbert remplace les quatre éléments terrestres de la physique d'Aristote par un unique élément, la terre, dont l'attribut essentiel est le magnétisme et les éléments les plus purs, le fer et la pierre d'aimant.

Le *De Mundo* a eu une influence beaucoup plus faible que le *De Magnete*, les idées de Gilbert sur la cosmologie étant difficilement acceptables. À l'inverse, les contemporains de Gilbert apprécièrent le *De Magnete* pour sa méthodologie et pour son contenu. De plus, l'Angleterre était à l'époque de Gilbert une très grande puissance navale et la compréhension du magnétisme était essentielle pour la conception des instruments de navigation.

Nous avons peu de détails et peu de documents sur la vie de William Gilbert : Silvanus P. Thomson² affirme qu'à l'exception d'une inscription douteuse « *Ex dono auctoris* » sur un exemplaire de *De Magnete* on ne connaît pas une ligne écrite de la main de Gilbert, à l'exception de sa signature au bas d'une pétition adressée par le *College of physicians*, en 1596 au conseil privé de la reine.

L'unité de force magnétomotrice dans le système CGS a été nommée le *gilbert* en l'honneur de l'auteur du *De magnete* : 1 gilbert (Gb) = $10/4\pi$ A.tour (unité électromagnétique CGS ou UEM).

1. Peregrinus (Pierre de Maricourt) *De magnete, seu rota perpetui motus*, Augsburgi, 1558.
2. S.P. Thomson, *The family and Arms of Gilbert of Colchester*, Trans. of the Essex Archaeological Soc. 1906, IX, p. 197-211.

William Gilbert, le père du magnétisme

**GVILIELMI GIL
BERTI COLCESTREN-
SIS, MEDICI LONDI-
NENSIS,**

**DE MAGNETE, MAGNETI-
CISQVE CORPORIBVS, ET DE MAG-
no magnete tellure; Physiologia noua,
*plurimis & argumentis, & expe-
rimentis demonstrata.***



LONDINI

EXCVDEBAT PETRVS SHORT ANNO
MDC.

Analyse de l'ouvrage : *De Magnete* (1600)

Le livre de Gilbert, intitulé *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure ; physiologia nova, plurimis et argumentis, et experimentis demonstrata* [Sur l'aimant et sur les corps aimantés et sur le grand aimant, la Terre : nouvelle physiologie démontrée par de nombreuses expériences et arguments] a été publié à Londres chez Peter Short, en 1600¹. Le titre lui-même indique que le livre n'est pas uniquement un livre sur le magnétisme, mais également une nouvelle physiologie, c'est-à-dire une nouvelle philosophie de la nature, car Gilbert considère que le magnétisme n'est pas un phénomène naturel parmi d'autres, mais bien la clé de la compréhension du monde.

Certaines propriétés des matériaux magnétiques sont connues depuis l'Antiquité. La boussole a été découverte vers l'an 1000 en Chine puis introduite en occident au XI^e siècle par les Arabes. Aujourd'hui, on sait localiser la source du champ magnétique terrestre. Elle est située à environ 2 900 km sous la croûte terrestre. Une masse liquide conductrice de l'électricité et contenant essentiellement du fer et du nickel tourne autour d'un noyau solide. Les courants électriques traversant cette gaine liquide créent une dynamo qui s'auto-entretient. La découverte de l'électromagnétisme par Oersted et Ampère amena Faraday à la notion de dynamo fluide et l'observation en 1919 du magnétisme des taches solaires accrédita l'idée que de telles dynamos pouvaient s'auto-entretenir dans des fluides conducteurs en convection naturelle. De rares inversions du champ électromagnétique terrestre peuvent intervenir lorsque le sens des courants dans la masse liquide s'inverse. Le pôle Nord magnétique se retrouve alors au sud magnétique habituel et réciproquement. Le champ magnétique terrestre confine, par ailleurs, les particules chargées électriquement provenant du cosmos à l'extérieur de l'atmosphère et dote ainsi la terre d'un bouclier magnétique. Deux régions en forme d'anneaux autour de la Terre, dans lesquelles existent des concentrations d'électrons et de protons à haute énergie capturés par le champ magnétique terrestre sont appelées ceintures de Van Allen. Elles ont été découvertes en 1958. La ceinture de Van Allen intérieure se trouve à environ 0,8 rayon terrestre au-dessus de l'équateur. La ceinture extérieure est principalement concentrée entre 3 et 5 rayons terrestres environ au-dessus de l'équateur, mais une région plus large, s'étendant de la ceinture intérieure jusqu'à une dizaine de rayons terrestres, contient des électrons énergétiques (jusqu'à 7 MeV).

1. Ce livre a été réédité (à Stettin) en 1628 puis en 1633.

Le livre de Gilbert est un essai d'explication de la nature de l'aimant et une description des cinq mouvements liés aux phénomènes magnétiques. Le livre comporte six parties (ou livres) : la première traite de l'histoire du magnétisme jusqu'en 1600 ; puis, la nature et les propriétés de l'aimant sont discutées et des expérimentations sont proposées pour les démontrer. À la fin de cette première partie Gilbert énonce son postulat selon lequel la terre est un aimant géant. À partir de ce postulat Gilbert déduit toutes les propriétés des matériaux magnétiques. Les cinq autres parties du livre sont consacrées aux cinq mouvements de l'aiguille aimantée liés au magnétisme. Nous traduisons comme suit ce qu'écrivit Gilbert (Livre II, chap. 1) :

« Nous avons traité brièvement dans le livre précédent de l'aimant et de ses variétés, de ses pôles et de leurs facultés, du fer et de ses propriétés, et de la substance magnétique commune à l'aimant, au fer et à la terre elle-même. Il nous reste à examiner les mouvements magnétiques et leur plus large philosophie à l'aide d'expériences et de démonstrations. Ces mouvements sont des impulsions de parties homogènes vers d'autres parties ou vers la conformation de la terre entière. Aristote n'admettait que deux mouvements simples de ses éléments : depuis le centre ou vers le centre de la terre [...]. Maintenant cinq mouvements ou différences de mouvements sont perçus par nous : la COÏTION, appelée communément attraction ; la DIRECTION vers les pôles terrestres et l'orientation de la terre vers des points déterminés dans l'univers, ainsi que le repos dans cette direction ; la VARIATION, déflexion depuis le méridien que nous appelons mouvement perversi, la DÉCLINAISON, inclinaison ou descente du pôle magnétique en dessous de l'horizon ; et le mouvement circulaire ou RÉVOLUTION. [...] »

Avant de discuter de la Coïtion ou attraction, Gilbert appelle à distinguer l'attraction due à l'ambre de celle due aux matériaux magnétiques. Il introduit alors le vocabulaire spécifique à l'électricité pour décrire l'attraction de l'ambre et il note la différence des causes de l'attraction électrique et de l'attraction magnétique. Gilbert liste également les matériaux, autres que l'ambre, qui présentent le même comportement lorsqu'ils sont frottés. Il les nomme « électriques », toutes les autres substances étant « non électriques ». Il écrit (Livre II, chap. 2) :

« Maintenant, pour comprendre clairement par l'expérience, comment une telle attraction a lieu, et quelles substances sont susceptibles d'attirer d'autres corps, [...] fabriquez vous-même

une aiguille tournante de quelque métal que ce soit (électroscope-versorium) de longueur de trois ou quatre pouces, très légère et mobile sur un pivot, à la manière d'une aiguille aimantée. Approchez d'une de ses extrémités un morceau d'ambre jaune ou une pierre précieuse légèrement frottée, luisante et polie ; immédiatement l'instrument tournera. De nombreux objets peuvent attirer non seulement des objets naturels, mais aussi des objets préparés artificiellement ou des mélanges. [...] Les mouvements électriques proviennent de la matière, mais les mouvements magnétiques de la forme. [...] [les premiers] doivent être soumis à la friction jusqu'à ce que la substance atteigne une température modérée, ils présentent une surface brillante et produisent un effluve. De l'air humide soufflé par la bouche ou provenant de l'atmosphère empêche le phénomène tout comme une feuille de papier ou un tissu interposés. Mais l'aimant, ni frotté, ni chauffé et même arrosé de liquide et soit dans l'air, soit dans l'eau, attire les matériaux magnétiques et ceci, au travers de corps solides ou de plaques épaisses interposés. Un aimant n'attire que des matériaux magnétiques, l'électricité attire n'importe quoi. Un aimant peut supporter de grands poids. Un aimant fort pesant deux onces peut soulever jusqu'à une once. Les corps électriques n'attirent que des objets légers. »

Revenant au magnétisme, Gilbert développe ensuite son postulat selon lequel la terre est un aimant géant et chaque pierre d'aimant sphérique une terre en miniature (terella). Chaque aimant est entouré d'une zone d'influence qui s'étend dans toutes les directions dans laquelle tout morceau de fer ou d'autre matériau magnétique est influencé par l'aimant et influence ce dernier. La répulsion magnétique est analysée tout comme l'attraction.

La troisième partie du *de Magnete* contient l'explication du compas magnétique, c'est-à-dire de l'aimant équilibré et libre de tourner que Gilbert attribue simplement à l'alignement de l'aiguille magnétique avec les pôles de la terre. Dans la quatrième partie, il discute des variations de la direction de l'aiguille aimantée en fonction du lieu géographique. La déclinaison ou variation par rapport à la position horizontale est discutée dans le livre suivant et Gilbert lie la déclinaison à la proximité de l'aiguille aimantée avec l'un des pôles de la terre suivant sa position dans l'hémisphère Nord ou Sud.

La déclinaison avait été découverte par Robert Norman qui avait publié à Londres en 1581 un ouvrage intitulé *The new attractive. Containing a short discourse of the magnes or loadstone and amongst other his virtues*

of the new discovered secret and subtile propertie concerning the declination of the needle. [La nouvelle attraction, contenant un court commentaire sur l'aimant et, entre autres, sur une propriété subtile et nouvellement découverte concernant la déclinaison de l'aiguille.] Norman avait déterminé la déclinaison de l'aiguille aimantée à Londres comme étant de 71 degrés et 50 minutes en 1576.

La sixième et dernière partie de l'ouvrage de Gilbert est consacrée à la rotation. Sans discuter d'un univers héliocentrique ou géocentrique, Gilbert accepte la rotation diurne de la terre et adopte la théorie exposée par Petrus Peregrinus vers 1270 et publiée en 1558 à Augsbourg sous le titre *De magnete seu rota perpetui motus* [De l'aimant ou mouvement de rotation perpétuelle]. Dans ce livre VI, Gilbert décrit le globe terrestre comme un grand aimant dont l'axe magnétique reste invariable. Il discute de la durée de la révolution terrestre, de la précession des équinoxes et de son anomalie.

Voici la traduction d'un extrait du chapitre 1 du *de Magnete* de Gilbert¹ :

« Les aimants possèdent différentes puissances naturelles et présentent des pôles remarquables par leurs propriétés. Les nombreuses qualités montrées par l'aimant lui-même, qualités jusqu'ici identifiées mais non encore étudiées, doivent être précisées afin que l'étudiant puisse comprendre les puissances de l'aimant et du fer, et ne pas être conduit à certaines confusions par le désir de la connaissance au seuil des arguments et des démonstrations. Dans les cieux, les astronomes donnent deux pôles à chaque sphère mouvante ; ainsi nous trouvons deux pôles naturels de grande importance même à notre globe terrestre, ce sont des points constants liés au mouvement de sa révolution quotidienne, à savoir, un pôle pointé vers Arctos (Ursa) et le Nord ; l'autre regardant vers la partie opposée des cieux. De manière semblable, l'aimant a deux pôles naturels, un Nord et un Sud ; points fixes et définis dans la pierre, qui sont les points terminaux primaires des mouvements et des effets, et les limites et les régulateurs des multiples actions et propriétés. Il doit être compris, cependant, que ce n'est pas d'un point mathématique que la force de la pierre émane, mais des pièces elles-mêmes ; et toutes ces parties dans le tout, cependant qu'elles appartiennent au tout, possèdent des vertus d'autant plus fortes et agissent d'autant plus sur d'autres corps, qu'elles sont plus proches des pôles. Ces pôles regardant vers les pôles de la terre, se déplacent vers eux, et dépendent d'eux. Les pôles magnétiques peuvent être

1. Page 12 de l'édition originale.