

Les Oeuvres mathématiques de Simon Stevin, Leyde 1634

Présentation par Bernard Maitte et Ahmed Djebbar (pour Diophante), professeurs de l'Université de Lille 1

Simon Stevin naît à Bruges en 1548, cinq ans après la publication de « *De Revolutionibus* » de Copernic dont il sera un partisan convaincu, et de la parution de la « *Fabrica* » de Vésale. Il émigre aux Pays-Bas, où il acquiert la confiance et l'amitié du prince Maurice de Nassau. Il meurt en 1620, alors même que Francis Bacon donne son « *Novum organum* ». Partisan convaincu et l'un des fondateurs de la « Science Nouvelle », il est à la fois un grand théoricien, un expérimentateur, un praticien inventif. Son œuvre, rédigée en grande partie en langue vernaculaire, le néerlandais, préfigure bien des innovations dont s'enrichira la science moderne.

C'est dire l'importance de l'édition de ses œuvres, qui connurent une diffusion considérable dans toute l'Europe. La présente édition française de 1634 comporte six livres absolument fondamentaux et novateurs, écrits dans un style clair, démonstratif, pédagogique.

TABLE :

| | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|
| I. - Livre d'arithmétique de définitions des nombres, l'algèbre | p.1 | IV. - Statique | p.433 |
| - Arithmétique de l'opération | p.20 | V. - Optique | p.521 |
| - Les 6 livres de Diophante (les 4 premiers traduits par Stevin, les 5 et 6 par Albert Girard) | p.102 | - Perspective (dont application aux forteresses) | p.521 |
| - La pratique d'arithmétique | p.175 | - Catoptrique (selon Alhazen-Ibn al Haytham et Vitellion) | p.567 |
| II. - Cosmographie | p.1 | - Réfractions | p.571 |
| - Doctrine des triangles | p.10 | VI. - Fortifications | p.573 |
| - Géographie | p.104 | - Castramétation (historique depuis les Romains) | p.573 |
| - Astronomie | p.183 | - Ecluses | p.601 |
| III. - Géométrie | p.341 | - La fortification | p.644 |

I. - Les Mathématiques

L'œuvre de Stevin se situe dans la période de transition séparant la Renaissance - qui revendique deux héritages : la culture grecque et celle des pays de l'Islam - et la période moderne. C'est l'époque du calcul à grande échelle, nécessité par les voyages commerciaux engendrés par les grandes découvertes. Stevin s'intéresse avec originalité à l'algèbre, au calcul différentiel et intégral. Il pratique à la fois ce que l'on appelait alors « Mathématiques pures » (abstraites, [p.20 à 101](#)) et « Mathématiques Concrètes » (appliquées à des objets réels, p.175 à la fin). La publication ici présentée réunit les textes de ses leçons au prince Maurice de Nassau, qui s'intéressait à des problèmes aussi variés qui l'altimétrie des nuages, la compatibilité des négociants et des souverains (p 185 et suiv .), la navigation, la mécanique du mors de cheval...

Le corps de la partie mathématique ici présentée concerne la traduction des six premiers livres de Diophante. Cet important Traité, dont le titre original est *Les Arithmétiques*, revêt une importance à la fois mathématique, historique et culturelle.

Sur le plan mathématique, c'est une œuvre à part lorsqu'on met son contenu en perspective avec la tradition arithmétique grecque, représentée par les travaux de l'école pythagoricienne (avec ses prolongements néo-pythagoriciens) et ceux de l'école euclidienne (autour des livres VII, VIII et IX des éléments). Il s'agit, ni plus ni moins, d'un chapitre nouveau précurseur d'autres chapitres, qui apparaîtront bien plus tard, dans d'autres traditions scientifiques, comme celui de *l'algèbre classique* et celui de *l'analyse diophantienne* moderne. En effet, la matière du livre de Diophante constitue une incursion précoce dans le domaine des équations tout en restant enracinée dans la tradition grecque de la théorie des nombres.

Sur le plan historique, il s'agit d'une œuvre qui a eu un destin exceptionnel dont les épisodes ne sont pas encore tous élucidés. Il s'agit d'abord de la production de haut niveau d'un mathématicien dont on ne connaît presque rien, si ce n'est qu'il a vécu entre le II^e et IV^e siècle de l'ère chrétienne. A cela, il faut ajouter que, malgré l'importance et l'originalité de son contenu, le traité n'a pas bénéficié de commentaires de la part de mathématiciens grecs de la période hellénistique. Il faut également préciser qu'après une hibernation de quelques siècles, l'ouvrage refait surface à la fin du IX^e siècle ou au début du X^e grâce à la traduction arabe partielle, par Qusta Ibn Luqua (m.910), d'au moins quatre des ses chapitres (numérotés désormais de VII à X). Ce sont d'ailleurs les mathématiciens des pays d'Islam qui substitueront à son vrai titre celui de « *Livre d'algèbre* ». Mais leur rôle ne se limite pas à cette appellation puisque ce sont eux qui lui ont donné une seconde vie en commentant le contenu des

chapitres traduits et, et surtout, en initiant une nouvelle orientation de l'algèbre arabe.

La version arabe partielle du livre de Diophante n'a pas circulé en Europe comme le confirme la version française de Stevin. Il faudra attendre le XVI^e siècle pour qu'une nouvelle découverte relance l'intérêt pour les Arithmétiques. Il s'agit de l'exhumation des six premiers chapitres de l'ouvrage dans leur version grecque et leur traduction latine par Xylander. Comme on le sait, leur contenu va être à l'origine de travaux importants qui ont commencé par ceux de Bombelli, en Italie, prolongé par ceux de Viète puis de Fermat en France.

Sur le plan culturel, la découverte des six premiers chapitres des Arithmétiques de Diophante a renforcé la tendance apparue dans le milieu des humanistes d'Italie puis de France, de se tourner vers l'héritage scientifique grec et d'en faire le socle de l'élaboration de la « nouvelle science » de la Renaissance. C'est peut-être ce facteur qui a été, probablement avec d'autres, à l'origine de l'intérêt porté à l'œuvre de Diophante, par Stevin et Girard, et de leur projet de traduction française.

D'ailleurs, aux yeux des historiens des mathématiques, cette traduction revêt elle-même un intérêt propre à la fois pour son contenu scientifique, pour la terminologie utilisée et pour le profil et l'envergure des deux traducteurs. Il s'agit en effet de deux mathématiciens importants qui ont, chacun à sa manière, marqué les pratiques mathématiques de leur époque.

Pour toutes les raisons invoquées, la publication de cette traduction française des six premiers chapitres des Arithmétiques de Diophante nous paraît être une excellente initiative qui permet de mettre à la disposition des chercheurs un document indispensable à l'étude de l'histoire de la théorie des nombres et de l'algèbre dans leur phase européenne.

II. - La Cosmographie

Le travail de Stevin dans ce domaine (p. 1) est à nouveau celui d'un mathématicien désireux d'unir « mathématiques pures » et « mathématiques concrètes ». Il commence par étudier la construction des sinus, des triangles plats (p.10), sphériques (p.89) avant de se livrer à des calculs concrets, de montrer l'application de ces développements aux problèmes de l'astronomie sphérique céleste (p. 95), à la géographie (p.104), aux problèmes de la navigation (p. 142). Il revient ensuite à l'astronomie non pour faire seulement des calculs, mais pour participer à la propagation fervente du système de Copernic (p. 183).

En ce qui concerne la navigation, Stevin s'est exercé à déterminer la longitude ou une méthode du « *trouve-port* ». Il le fait non en essayant de faire des

mesures de temps, mais en utilisant la déclinaison magnétique des boussoles, qui varie de lieu en lieu, et a déjà été étudiée par Colomb, Cabot et surtout Mercator. A partir de celui-ci, qui distingue le premier l'axe magnétique et l'axe géographique de la Terre, différents savants améliorent la compréhension du phénomène. En 1569, Plancius demande aux marins d'effectuer des relevés systématiques grâce auxquels Stevin en déduit sa méthode du « trouve-port » en formant l'idée (1599) qu'il est possible de parvenir en n'importe quel lieu, pourvu que l'on connaisse sa latitude et sa déclinaison. Il publie alors des tableaux de valeurs de déclinaison qui permettent de se situer, qu'il rassemble, ordonne et diffuse. Cette publication, l'incitation créée d'effectuer des mesures amènera en 1635 Gellibrand à constater que la déclinaison varie à la fois dans l'espace et dans le temps, ce qui renouvellera le problème et redonnera de l'importance aux mesures du temps. Stevin, dans ce domaine, aura incité aux mesures, œuvré en mathématicien en sommant des éléments très petits (méthode des nombres p. 142), permettra la construction d'instruments de navigation précis.

En astronomie (p. 183), Stevin commence par faire un exposé pédagogique qui reprend, à la base, toutes les connaissances acquises, les développe avec logique et rigueur. Il nous parle aussi du cours des planètes, des éclipses, des éphémérides... avant de montrer que le cours des planètes ne peut-être expliqué par la fixité de la terre (p. 235), mais peut l'être à partir de l'hypothèse de la mobilité de notre globe (p. 291). Il est le sixième savant du siècle, après Copernic, Rhéticus, Bruno, Gilbert et Kepler à affirmer nettement cette mobilité. Il le fait nettement, refaisant tous les calculs dans les contextes geo puis helio-centriques (p. 327), en s'appuyant sur expériences (baquet d'eau et aiguille aimantée), en enlevant toute matérialité aux orbites et les remplaçant par des trajectoires, en reprenant l'argument d'Oresme sur la relativité de l'observation du mouvement, auquel Galilée fera également appel _ en l'étendant _ dans le « *Dialogo* ». Il entame enfin une explication des marées par l'attraction lunaire.

III. - La Géométrie

La géométrie de Stevin est diffuse dans tous les domaines traités, théoriques et pratiques. La partie III « *Géométrie* » de l'ouvrage présenté ici (p. 343) est très pratique. C'est l'affichage de la « communication entre grandeur et nombre ». Stevin y décrit les grandeurs (p. 342), donne des méthodes de mesures des grandeurs (p. 362) dont la mesure des beffrois (p.367), énonce la règle de proportion des grandeurs (p. 396), montre ce qu'est une section proportionnelle (p.421), avant de terminer par la transformation de grandeurs en grandeurs semblables (p. 417). On pourrait donc conclure en la rédaction d'un traité didactique, pratique et concret si on ne remarquait (p. 359-360) qu'à l'occasion de la décomposition des cinq solides réglers platoniciens, Stevin introduit des

pavages pentagonaux. Ceci a déjà été fait avant lui par Dürer dans ses «*Instructions pour bien dessiner* », mais sera ensuite oublié... jusqu'en 1984, où la constatation expérimentale de diffractions inconnues amènera la conception du concept de « *quasi-cristaux* » par Penrose, Schlechtman et autres...

IV. - La statique

L'œuvre de Stevin en statique (p. 433) paraît en 1586. C'est une œuvre majeure et d'une très grande importance historique, qui marque le renouveau de la mécanique et de l'hydrostatique après le déclin des XV^e et du début du XVI^e siècles, qui est un des phares de la Science pré-newtonienne et sera louée par Lagrange, Mach et d'autres. Stevin, grâce à l'imprimerie, a pu lire des traductions d'Euclide, d'Appolonius. Il s'en inspire lorsqu'il s'intéresse aux pesanteurs. Il va plus loin quand il prouve à l'aide de sa très célèbre chaîne à boules le principe de la décomposition des forces (p.457), montre l'impossibilité du mouvement perpétuel, anticipe le principe de conservation de l'énergie -bien sûr non expérimenté de cette manière. Tout ceci au moyen des expériences de pensées originales et subtiles par lesquelles il unit théorisation et expérimentation quantitative. Il réalise aussi des expériences : celle de la chute des corps où il conclut trois ans avant Galilée en la chute identique de masses différentes, mais il n'en déduit rien sur l'accélération et la dynamique. Dans l'hydrostatique (p. 484), Stevin adopte une autre approche que celle d'Archimède : sa négation du mouvement perpétuel et la considération de solidifications de portions délimitées de liquide à l'équilibre l'amènent à généraliser le principe de son célèbre devancier. Son apport le plus important est, dans ce domaine, la « *loi de Stevin* » : la force exercée par un fluide sur une surface est proportionnelle à l'aire de celle-ci et de la profondeur. Elle n'a été la préoccupation de notre auteur que pendant une période limitée (1581-1586) de son activité scientifique.

V. - Le traité d'ombragement

Cette partie Optique (p.521) est la seconde édition d'un traité publié en 1605 à la fois en néerlandais, en latin et en français (traduction de Jean Turning), augmentée de commentaires de l'éditeur. L'œuvre, dont l'importance a été sous-estimée, est rédigée cinq ans après la parution de l'œuvre de Guidobaldo del Monte. Elle s'en distingue par une plus grande généralité. La partie la plus importante est celle concernant la perspective (p.521). La seconde partie (p.567) réactualise les œuvres d'Ibn al-Haytham (XI^e siècle) et de Vivellion (XIII^e siècle), bien connues en Occident, en corrige des fautes sur les surfaces courbes, développe de meilleures démonstrations (cf. appendice p.571) ; cette partie sera surplannée rapidement par l'œuvre de J.Kepler. La troisième partie aurait dû être consacrée à la dioptrique (réfractions), mais ce travail n'est pas développé. Il le sera par un traducteur en latin de Stevin, W.Snell, qui découvrira les lois de refraction.

En ce qui concerne la perspective, Stevin se situe à la suite de Viator (1505) et de Dürer (1525). Il innove en ce qu'il conduit à une actualisation géométrique de l'infini et à une conception nouvelle d'un espace comme étendue distincte de la matière. Il facilite la perception de ce qui change ou reste invariant par la rotation d'un plan autour d'axes. Il introduit le numérique dans le champ de la

perspective. Cette œuvre inspirera directement Desargues qui, entre 1630 et 1650, jeta les prémises de la géométrie projective.

VI - L'art militaire

La castramétation (p.573) est la manière la plus efficace d'établir le camp d'une armée en campagne. Stevin la considère comme une des sciences militaires les plus importantes. Il rappelle que depuis l'antiquité les stratèges organisent leurs camps de la manière la plus rationnelle possible, analyse leurs œuvres et veut améliorer encore cette organisation. Le travail de Stevin aura beaucoup d'influence depuis sa parution (1617) jusqu'à Vauban. Pourtant l'ouvrage est surtout descriptif et certains aspects fondamentaux sont ignorés : c'est un livre hybride présenté comme reprenant les théories de Maurice de Nassau. Sa dernière partie est plus originale, Stevin proposant de restructurer les armées hollandaises selon le système décimal et de réorganiser les campements, encore établis à l'époque selon les préceptes établis par les Romains.

Les écluses et la circulation de l'eau (p. 601). A l'époque de Stevin, Bruges perd son importance au profit d'Anvers et la circulation, de l'eau et sur l'eau, y est un problème majeur. Le traité, présenté comme une manière de fortifier les écluses, est en fait un des premiers traités d'ingénieur des systèmes techniques. Il s'agit d'améliorer le transport par voie d'eau, beaucoup moins coûteux que le terrestre, et d'importance première dans le « plat pays », objet aussi de l'opposition entre les Provinces-Unies et l'Espagne, gérante des Pays-Bas méridionaux. Stevin cherche la meilleure « ville régulière », où l'eau anime les diverses fonctions, séparées, que l'on peut nommer commerciale, civile ou militaire : il participe au mouvement utopiste des XVI^e et XVII^e siècles. Il y développe son esprit mathématicien qui, par les principes, explique la raison des choses. Il utilise des dessins schématiques nouveaux.

Le traité des fortifications (p. 644) expose les idées de Stevin sur la défense d'une ville. Elles s'intègrent, sans s'en distinguer fondamentalement, dans les œuvres des théoriciens contemporains : Stevin est partisan de fortifications hexagonales à plan radial ; pour les villes, il présente et commente les avantages et les inconvénients de différents types de plans. Pourtant, Stevin essaye de trouver des solutions par les bastions aigus placés aux coins des fortifications rectangulaires : ces efforts inspireront Vauban, mais en Hollande, l'amélioration des fortifications sera plutôt le travail d'ingénieurs sur le terrain et non dû à des essais théoriques.