Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

18 | 1997

Instruments scientifiques anciens conservés par la
Bibliothèque de l'École polytechnique

Les instruments scientifiques – Définition et historique

Pierre-André Gaulon

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/845>

DOI : 10.4000/sabix.845

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 1997

Pagination : 9-15

ISBN : ISSN 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Pierre-André Gaulon, « Les instruments scientifiques – Définition et historique », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 18 | 1997, mis en ligne le 04 avril 2012, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/845> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.845>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

Les instruments scientifiques – Définition et historique

Pierre-André Gaulon

- 1 On ne peut parler d'instruments scientifiques sans poser le problème de leur définition. Celle-ci conditionne leur étude. Mais avant d'essayer de définir, une remarque s'impose : si l'histoire des sciences, et a fortiori celle des techniques, est une discipline récente et peu valorisée (tout au moins en France), l'histoire des instruments scientifiques est, elle, une terre quasiment en friche où se dressent quelques rares monuments, français ou étrangers : Maurice Daumas, Jacques Payen, Gérard l'Estrange Turner, Derek de Solla Price...
- 2 Les définitions ne sont donc pas légion.

Définitions des instruments scientifiques

- 3 Robert Halleux, professeur d'histoire des sciences à l'Université de Liège, souligne qu'au plan épistémologique l'instrument scientifique est un trait d'union entre expérience et théorie, entre connaissance pure et connaissance appliquée.
- 4 Pour lui, l'instrument scientifique n'est pas simplement, selon la définition de Gérard l'Estrange Turner, « une idée faite en laiton, » car cette définition considère l'instrument comme la transposition matérielle et tridimensionnelle d'une idée scientifique. Halleux écrit :
« Elle masque la complexité des rapports entre la théorie et la pratique : des outils (le levier, la poulie, le coin, la vis, la roue, mais aussi la lentille et la boussole) deviennent des instruments ; ces instruments passent dans la pratique industrielle d'abord, quotidienne ensuite ».
- 5 Étymologiquement, « instrument » vient du latin « instruere » : « disposer, équiper », qui a donné « instruire ». « Instrumentum », c'est le matériel, l'outillage. Quant à « outil », son sens étymologique est proche puisqu'il vient d'« utensilis » : « nécessaire à nos besoins ».

- 6 L'instrument scientifique peut avoir plusieurs fonctions :
 - mesurer, introduire une grandeur définie, répétitive, identique à elle-même, que l'on peut manipuler, comparer, compter ;
 - accroître la puissance de nos forces (vis, levier, poulie, treuil), augmenter le champ de nos sens (lunettes, télescope, microscope) nous faisant découvrir des phénomènes indécélables autrement ;
 - permettre l'expérimentation. Pour vérifier une hypothèse ou démontrer une théorie, acquisition de connaissances ou transmission de savoir : il est bien difficile de dire quel type d'expérience a précédé l'autre.
- 7 Halleux pense que l'utilisation pédagogique des instruments scientifiques est antérieure à leur usage comme outils d'investigation.
- 8 Les appareils construits par les mécaniciens grecs, tel l'éolipile d'Héron d'Alexandrie (Ier siècle après J.C.), avaient à côté de leur aspect ludique un rôle de démonstration, de confirmation sensible du réel relayant l'exposé logique. L'astrolabe, mis au point par les Grecs à la fin de l'Antiquité (décrit dans l'Almageste de Toloméo en 150), permet à la fois de mesurer la distance angulaire des corps célestes et d'expliquer un certain nombre de problèmes mathématiques.
- 9 Derek de Solla Price, dans un article un peu provocateur¹, s'il retient comme Halleux le rôle démonstratif de l'utilisation des premiers instruments scientifiques, s'insurge contre l'opinion qui les réduit à de simples instruments de mesure. Selon lui, la fabrication de ces instruments correspondrait à une tendance innée de l'homme à modéliser ses idées, ses hypothèses, à « jouer » avec les instruments pour mieux expliciter sa compréhension du monde réel : tel était, par exemple, le but principal des sphères armillaires ou des globes terrestres. Ceci rejoint la phrase de Benjamin Franklin : « L'homme est un animal qui construit des instruments ».
- 10 Gérard l'Estrange Turner, professeur associé d'histoire des sciences à l'Imperial College de Londres (1988), propose une définition plus large des instruments scientifiques :

« C'est un dispositif, un appareil, un « truc », en anglais device, qui représente ou qui adapte à un usage précis une part des connaissances rationnelles (ou, en termes modernes, une partie du savoir scientifique) d'une société donnée à une époque donnée ».
- 11 Nous avons évoqué plus haut sa définition d'un instrument scientifique au XIXe siècle « une idée faite en laiton ». Ceci l'amène à distinguer trois groupes d'instruments en fonction de leur utilisation : utilitaires, didactiques ou spécialisés.
- 12 Ce dernier groupe comprend les instruments spécifiquement adaptés à un domaine ou à une étude précise : un baromètre mural domestique sera utilitaire, un baromètre enregistreur en station au Parc Montsouris sera spécialisé. Les frontières entre ces trois catégories sont, bien sûr, fluctuantes.
- 13 Ces trois définitions, émanant de trois spécialistes incontestés de l'histoire des instruments scientifiques, montrent bien la difficulté qui existe à cerner cet intermédiaire indispensable entre l'homme et la connaissance : la science aurait-elle pu naître et se développer sans instruments ?

Historique

- 14 Un rapide survol historique va nous montrer à quel point instruments et connaissance rationnelle sont liés depuis le néolithique. La périodisation des instruments scientifiques recoupe, sans toutefois la calquer entièrement, celle de l'évolution des sciences et des techniques. On peut, avec Turner, schématiser en distinguant 6 périodes de la préhistoire à nos jours.

La préhistoire

- 15 Nous ne disposons pas d'instruments scientifiques datant de la préhistoire, mais le raisonnement peut pallier ce manque : le premier *sapiens-sapiens* qui a observé la ronde du soleil autour d'un bâton planté dans le sable et fait la liaison entre le déplacement de l'ombre portée et l'écoulement du jour, disposait déjà d'un instrument scientifique. Le four du potier, puis celui du forgeron-métallurgiste, capable de travailler à volonté en atmosphère réductrice ou oxydante, peut être aussi considéré comme tel : il a servi à accroître les connaissances humaines, puis fut objet de démonstration avant d'être étape vers le haut fourneau.
- 16 Les alignements de Stonehenge ou de Carnac, datés d'environ 3 000 ans avant notre ère, ont un lien indiscutable avec des observations astronomiques.
- 17 Instruments de transmission des connaissances ou figurations du réel, il faut bien les considérer comme des instruments scientifiques.

La période protohistorique

- 18 De l'apparition de l'écriture à l'âge d'or des mécaniciens grecs, cette période ne nous a pas laissé grand chose au plan instrumental, sauf des descriptions célèbres. On ne peut retenir des civilisations mésopotamiennes et égyptiennes que des instruments de mesure (longueur, capacité, masse) et le début des instruments de chirurgie.
- 19 Mais, outre les progrès techniques considérables dans le travail des matériaux (métallurgie en particulier), nous devons aux astronomes babyloniens le zodiaque, la division du cercle en 360 degrés (ce qui correspondait approximativement au nombre de jours de l'année) et du degré en soixante minutes (selon leur système de numérotation sexagésimale), de même que la division du jour en 24 heures.
- 20 Les connaissances accumulées au cours de ces deux périodes primitives, transmissibles par l'écriture, permirent, sans que l'on puisse en cerner clairement les causes, l'apparition vers les VI^{ème} et V^{ème} siècles de ce que l'on a appelé le « miracle grec ».

Le miracle grec

- 21 Anaxagore (Ve siècle avant J.C.) disait « l'homme pense avec sa main ». Avant de devenir des instruments scientifiques, la règle, l'équerre et le gnomon étaient des outils pour le tailleur de pierre ou le bâtisseur de temples. Comme l'a bien montré Bertrand Gille, le génie des mécaniciens grecs est d'avoir mis en évidence les principes théoriques qui sous-tendaient l'empirisme des connaissances techniques d'alors. Le titre évocateur de « syntaxe mécanique » qu'ils donnent à leur oeuvre révèle le souci

de rassembler en un corps de doctrine cohérent et logiquement structuré, la construction des engins de jet et de levage, la géodésie, l'astronomie, l'architecture, les machines à eau et à vent et les automates. Ils ont ouvert la voie à la science moderne avec hypothèses et expérimentations.

- 22 On s'est souvent interrogé sur l'absence d'applications « industrielles », au sens moderne du terme, des découvertes des mécaniciens grecs. En réalité, ils recherchaient plutôt une démonstration de leurs théories ou, comme le soutient Solla Price, des modèles tangibles d'explication de la réalité.
- 23 Néanmoins le côté pratique n'était pas exclu de leurs préoccupations : Archimède prêta son concours aux défenseurs de Syracuse et les astronomes alexandrins, d'Hipparque (II^e siècle avant J.C.) à Toloméo (150 après J.C), nous ont légué un ensemble d'instruments astronomiques (anneau équinoxial, méridien et cadran mural) qui seront utilisés jusqu'à la Renaissance. On leur doit probablement aussi l'astrolabe, perfectionné et diffusé ensuite par les Perses puis les Arabes.

La transition islamique et le Moyen Age

- 24 A la chute de l'Empire romain s'ouvre la quatrième période de notre histoire des instruments scientifiques. Période très contrastée, de transition et de transmission. Les bribes du savoir grec, éparpillées sur tout l'Empire, sont reprises par les Perses, les Byzantins, puis récupérées par la conquête islamique.
- 25 Dans le sillage de la domination arabe et via la traduction des principaux textes grecs en syriaque puis en arabe, l'héritage fut en grande partie préservé, voire enrichi dans certains domaines (astronomie, mathématiques, chimie), à Bagdad, au Caire ou à Tolède.
- 26 Ces connaissances remontèrent lentement du sud au nord via l'Espagne et la Sicile et commencèrent à se répandre en Occident à partir du XII^e siècle. L'apparition des premières horloges mécaniques au XIII^e siècle entraîna la création d'un corps d'artisans, les horlogers, qui étendit naturellement son activité à la fabrication des instruments scientifiques.
- 27 Mais, à part des esprits curieux et en avance sur leur temps, comme Roger Bacon (ca 1220-1292) qui se penche sur les propriétés des lentilles, Pierre de Maricourt (2^e moitié du XIII^e siècle) qui étudie la boussole, il faudra attendre la chute de Constantinople (1453) et le reflux vers l'Europe de l'ouest des érudits byzantins avec leurs originaux des oeuvres grecques, pour déclencher la Renaissance scientifique du XVI^e siècle.
- 28 En effet, le Moyen Age, malgré une évolution des techniques qui ne s'est jamais ralentie, mélangeait encore aisément rationalité et fiction, expérience et imagination. Ce, tant en science qu'en médecine ; lire Ambroise Paré sous ce rapport est édifiant : à côté de prescriptions parfaitement « modernes » sur le traitement des suites opératoires, il accorde crédit à d'incroyables histoires de monstres ou de guérisons magiques.

De la Renaissance aux Lumières

- 29 G. l'E. Turner, pour cette période, place le XVI^e siècle sous le signe de la « germination », le XVII^e sous celui de l'« inspiration » et le XVIII^e sous celui de la « dissémination du savoir ».
- 30 Le XVI^e verra effectivement, avec des esprits rigoureux comme Tycho Brahé (1546-1601) ou Francis Bacon (1551-1626), l'émergence de l'esprit scientifique moderne tel que nous le connaissons et le pratiquons. Le perfectionnement des instruments (astrolabe, cadrans astronomiques, instruments de dessin) permettra des calculs beaucoup plus précis, ouvrant la porte aux théories de Kepler sur le mouvement des planètes.
- 31 Ce qui change avec la révolution scientifique, c'est l'attitude face à l'instrument et à l'expérience, qu'il s'agisse d'observer, de mesurer ou de vérifier des théories. Francis Bacon écrira en 1620 dans le *Novum Organum* qu'un principe non vérifiable dans la nature est inutile, parce que non basé sur le monde réel.
- 32 Parallèlement, et déjà depuis le X^e siècle, les instruments scientifiques commencent à figurer en bonne place dans les grandes collections des mécènes du temps. Jean de Berry, duc de Bourgogne (1340-1416), célèbre pour son goût des horloges, fut un précurseur. A partir de 1500, le landgrave de Hesse (1532-1592), l'empereur Rudolf II à Prague (1552-1612) constituèrent des collections restées célèbres. A Florence, les Médicis, depuis Cosimo 1^{er}, établirent une tradition de protection, de patronage des artistes et des scientifiques. La fondation en 1657 par le cardinal Léopold de Médicis de l'Academia del Cimento, la création de la Royal Society à Londres et de l'Académie des sciences à Paris (1663) suscitèrent la fabrication d'un grand nombre d'instruments scientifiques, chaque institution désirant disposer d'une collection complète.
- 33 Le XVII^e siècle, siècle inventif par excellence, verra une étape capitale dans l'évolution de l'instrument scientifique. L'apparition du télescope, d'origine italienne et hollandaise, et celle du microscope, probablement hollandais, dans les toutes premières années du siècle, vont permettre au savant d'accroître ses capacités d'observation, donc de découvrir des domaines nouveaux : l'infiniment petit comme l'infiniment grand. La machine à calculer de Pascal (1623- 1662) annonce le fabuleux accroissement de la puissance de calcul du monde contemporain. L'instrument devient, selon l'expression d'Enrico Bellone, une machine à penser...
- 34 Le nombre et l'importance des découvertes du XVII^e siècle vont modifier les conditions de fabrication des instruments scientifiques. Au Moyen Age et au début de la Renaissance, la construction des instruments était assurée, soit par les savants eux-mêmes, soit par d'habiles artisans sous leur contrôle direct. Du fait de l'accroissement de la demande et de la complexité grandissante des problèmes techniques posés (pour les lentilles par exemple), on va voir se constituer de petits ateliers issus de différentes corporations : horlogers, fondeurs, verriers, couteliers, tourneurs.
- 35 Des contraintes techniques vont apparaître : la nature des matières premières disponibles ou les possibilités des outillages existants ne permettent pas toujours les réalisations entrevues par les savants.
- 36 Maurice Daumas, dans l'introduction de son livre célèbre sur les instruments scientifiques, fait remarquer qu'après les découvertes astronomiques de Galilée en 1610, les lunettes sont restées pendant un demi-siècle des auxiliaires fort médiocres

pour les astronomes. La méconnaissance absolue des procédés pour fabriquer un verre optiquement convenable autant que des procédés pour les tailler et les polir ont été des obstacles beaucoup plus difficiles à tourner que l'ignorance des lois de l'optique.

- 37 Une période d'induction semblable s'observe pour le microscope (entre 1610 et 1660) et pour toutes les inventions du XVIII^{ème} (baromètre, thermomètre, hygromètre, pompe pneumatique, machine électrique,...) étendue souvent sur une plus longue durée : il faudra un siècle pour que le télescope à réflexion (dit de Newton) devienne un instrument utilisable par les astronomes.
- 38 Le XVIII^{ème} siècle, qualifié par Turner de période de dissémination, voit effectivement la multiplication des instruments scientifiques, même en dehors du cercle des utilisateurs, par la vogue des cabinets de physique, vogue portée par la boulimie de connaissances nouvelles qui caractérise la période des Lumières.
- 39 Aucun domaine de la science d'alors n'échappe à la curiosité du public et à l'habileté des démonstrateurs, français comme l'abbé Nollet ou Sigaud de Lafond, anglais comme John Keil à Oxford ou Desaguliers à Londres, hollandais comme s'Gravesande et Van Musschenbroek à Leyde.
- 40 Mécanique, poids et mesures, arpentage, hydraulique, optique, astronomie et surtout électricité, entraînent la fabrication d'innombrables instruments et appareils dont beaucoup ont heureusement survécu. Ces objets sont souvent un merveilleux mélange de beauté et d'intelligence. Ils sont faits avec beaucoup de soin, par les meilleurs artisans, et en excellents matériaux : ébène, ivoire, laiton, argent. Leur prix est élevé mais ils s'adressent à une élite d'amateurs fortunés.
- 41 Les constructeurs d'instruments scientifiques, surtout anglais, sont maintenant des maisons ayant pignon sur rue et le développement des sciences dans tous les domaines d'activité leur apporte une prospérité certaine. La marine en particulier est le premier client des fabricants « d'instruments de mathématiques », comme l'on disait : compas, règles, trousse à dessin, sextants, octants, boussoles.
- 42 Les instruments gagnent en précision et en fiabilité. On commence à envisager la fabrication en petite série et la révolution industrielle s'annonce avec la machine automatique à diviser les cercles de Ramsden (Angleterre) en 1773. Enfin, grande révolution dans la Révolution, mais commencée avant elle par la mesure du méridien terrestre (dernier quart du XVIII^{ème} siècle), l'institution du système métrique va internationaliser la fabrication des instruments et ouvrir la porte au XIX^{ème} siècle et à l'époque moderne.

De la révolution industrielle à nos jours

- 43 Si la révolution industrielle commence bien en Angleterre à la fin du XVIII^{ème} siècle, y compris pour les instruments scientifiques, où les ateliers anglais règnent sans conteste sur le marché européen (citons les noms de John Dollond, d'Edouard Nairne, de Georges Adams, de Benjamin Martin et de Jesse Ramsden parmi les plus connus), la France est handicapée, avant la Révolution, par le système archaïque et malthusien de sa tradition corporatiste, ensuite par les bouleversements de la Révolution et de l'Empire. La présence de quelques personnalités comme les Cassini, Fortin et Lenoir ne suffit pas à combler le retard pris en équipements et en ouvriers qualifiés par rapport à l'Angleterre.

- 44 Ainsi que le souligne Jacques Payen dans sa remarquable étude, ce n'est qu'à partir de 1830 que la France aura comblé son retard sur l'Angleterre et c'est sous Louis-Philippe que l'on verra s'ouvrir les principales maisons d'instruments scientifiques qui s'épanouiront dans la deuxième partie du XIXe et surtout sous le Second Empire.
- 45 La véritable révolution industrielle pour les instruments scientifiques, appelés au XIXe « instruments d'optique et de précision » par leur syndicat, sera le passage du « sur mesure-sur demande » à l'article de série disponible en stock. Cette évolution ne s'effectuera que lentement, avec la diffusion de la force motrice à bon marché (machine à vapeur) et la disponibilité quasi illimitée des matières premières, naturelles ou artificielles, à des prix compétitifs. Cette évolution, très sensible dans les catalogues publiés par les fabricants, sera pleinement terminée lors de l'Exposition universelle de 1889 qui verra, avec la tour Eiffel, l'apogée des constructeurs français.
- 46 Succès éphémère hélas, les bonnes habitudes de travail du Second Empire se perdront vite sous la IIIème République et en 1900 c'est la puissante industrie allemande qui dominera l'Exposition universelle de Paris.

Conclusion

- 47 Ce court historique des instruments scientifiques n'a sans doute pas fait une place suffisante à la problématique posée par l'instrument lui-même, médiateur entre la science et le savant, entre la pensée et le réel.
- 48 Il semble seulement exister une continuité dans les types d'instruments fabriqués et dans l'utilisation qui en est faite tout au long de la période pré-industrielle et cette continuité prend ses racines dans la tradition mécanico-philosophique grecque.
- 49 De même, la production des instruments scientifiques à partir de la Renaissance ne montre pas de rupture franche avec le passé mais reflète le développement de l'esprit scientifique dans tous les domaines de la pensée et de la culture occidentale.
- 50 Mais cette continuité n'est pas linéaire ou univoque. Il ne semble pas y avoir de tradition unique des instruments scientifiques de l'Antiquité à nos jours : l'utilité, le plaisir, le luxe, l'ostentation, la nécessité scientifique, l'amour des maquettes, le besoin d'apprendre ou de démontrer, sont chacun un élément essentiel du développement des instruments scientifiques, aucun de ces éléments n'excluant l'autre.
- 51 En conclusion, on peut dire que l'instrument scientifique est un objet créé ou inspiré par un scientifique, utilisé ou utilisable par lui et ce, dans un but scientifique. Cette définition résout le problème des objets à usage mixte en n'en retenant que l'usage qui nous intéresse.

Bibliographie

- Anderson (R.G.W.), Bennet (J.A.), Ryan (W.F.). *Making Instruments Count*. Aldershot : Variorum, 1993.
- Bennett (J.A.). *A History of Instruments of Astronomy, Navigation and Surveying*. Oxford : The Divided Circle, 1987.
- Bennion (E.). *Antique Medical Instruments*. London, 1979.
- Bennion (E.). *Antique Dental Instruments*. London, 1986.

- Blondel (C), Parot (F.), Turner (A.J.), Williams (M.). *Etudes sur l'histoire des instruments scientifiques*. Londres, 1989.
 - Daumas (M.). *Les instruments scientifiques aux XVIIème et XVIIIème siècles*. Paris, 1953.
 - De Clercq (P.). *Nineteenth Century Scientific Instruments and their Makers*. Leiden, Amsterdam, 1985.
 - Holbrook (Mary). *Science preserved, Science Museum*. London, 1992.
 - *L'industrie française des instruments de précision*. Catalogue publié par le Syndicat des constructeurs en instruments d'optique et de précision. Paris, 1901-1902. Réédité par A. Brieux, Paris, 1980.
 - Michel (H.). *Traité de l'astrolabe*. Paris, 1947. Réédition, 1976.
 - Michel (H.). *Scientific Instruments in Art and History*. London, 1967.
 - Payen (J.). « Les constructeurs d'instruments scientifiques en France au XIXème siècle ». *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*. vol. 36 (1986), pp. 84-161.
 - Turner (A.J.). *Early Scientific Instruments : Europe 1400-1800*. London, 1987.
 - Turner (A.J.). *From Pleasure and Profit to Science and Security : Etienne Lenoir and the Transformation of Precision Instrument-Making in France 1760-1830*. Cambridge (UK), 1989.
 - Turner (G. l'Estrange). *Nineteenth-Century Scientific Instruments*. London, Berkeley (Cal.) 1983.
-

NOTES

1. Derek de Solla Price : "Philosophical Mechanism and Mechanical Philosophy of Scientific Instruments", *Annali dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze*, V, 1, 1980, pp. 75-85.
-

AUTEUR

PIERRE-ANDRÉ GAULON

Centre d'histoire des sciences et des techniques,
Conservatoire national des arts et métiers