120 ans avant celle de Mettler, la balance de Bochkoltz

Résumé Un siècle avant le succès de la « balance Mettler » bien connue, un jeune chimiste, Wilhelm Bochkoltz, en avait conçu une sur le même principe. Un exemplaire appartient aux collections de l'Université Claude Bernard à Lyon. Est-il unique ?
Mots-clés Balance, mesure, Mettler, Bochkoltz.

Abstract **120 years before the Mettler's one, the Bochkoltz's balance**
A century before the success of the well-known "Mettler's balance", a young chemist, Wilhelm Bochkoltz, conceived one on the same substitution principle. One is present in the collections of the Claude Bernard University of Lyon. Is it the unique one?
Keywords Balance, measure, Mettler, Bochkoltz.

L'Université Lyon 1 possède un certain nombre d'appareils du XIXe siècle, rescapés du déménagement des bâtiments historiques du centre ville vers le nouveau site de Villeurbanne, il y a bientôt cinquante ans. Les documents qui leurs étaient associés n'ont hélas pas été conservés et de ce fait, l'origine (enseignement ou recherche) et le parcours de ces objets sont mal connus car ils ne figurent dans aucun inventaire.

Depuis plusieurs années, ces appareils sont mis en valeur lors de présentations grand public, à l'occasion de la fête de la science par exemple [1] ou sur le site « Science pour tous » de l'université [2]. Parmi ceux-ci, une balance originale dont on ne trouve trace sur aucun catalogue de constructeurs. Depuis cinq ans, j'en montrais la photo à chaque réunion de spécialistes d'histoire des sciences – assemblée générale de l'ASEISTE (Association de Sauvegarde et d'Étude des Instruments Scientifiques et Techniques de l'Enseignement [3]), congrès de la SFHST (Société française d'histoire des sciences et des techniques [4]) –, personne ne connaissait ce modèle. Jusqu'à une réunion, à Turin en 2015, de la Scientific Instrument Commission [5] qui m'a permis de découvrir l'ISASC (International Society of Antique Scale Collectors [6]). Un message avec photo, envoyé un soir très tard, a reçu par retour de courrier cette réponse : « *What a fantastic find, this Bochkoltz substitution balance.* »

L'énigme était résolue ; il ne restait plus qu'à rechercher la trace de M. Bochkoltz d'une part et le principe de la balance de substitution d'autre part [7].

Wilhelm Christian Bochkoltz

Wilhelm Christian Bochkoltz, dont le nom s'orthographie ainsi si l'on se réfère à son acte de naissance, mais qui est parfois écrit Bockholtz, ou même simplement Bocholz, est né en 1810 à Trèves, alors chef-lieu du département français de la Sarre, et décédé en 1877 dans la même ville. Son père y était notaire, et sa mère, institutrice, y avait fondé en 1824 une école pour les filles. Wilhelm était l'ainé de quatre enfants, deux filles et deux garçons. L'une des filles a poursuivi l'œuvre de sa mère, l'autre a fait une carrière internationale de cantatrice. Les deux garçons ont été élèves de l'École Centrale de Paris. Le plus jeune (promotion 1843) deviendra inspecteur de la société autrichienne des chemins de fer [8]. C'est l'ainé qui nous intéresse ici.

Peut-être pour améliorer son français, il a d'abord été un brillant apprenti mécanicien à l'école d'application de Metz [9] où enseignait Théodore Olivier. Celui-ci, ancien élève de l'École Polytechnique, répétiteur dans cette même école, enseigna à l'École Centrale de Paris dès sa création en 1829. Wilhelm Bochkoltz, de la promotion 1832, fut donc un de ses premiers élèves puisque la scolarité était de trois ans et que la date de promotion correspond à la date de sortie de l'école.

Ingénieur, Wilhelm Bochkoltz retourna travailler dans sa région natale comme ingénieur civil, d'abord pour les mines de charbon de la Sarre, puis, à partir de 1840, comme inspecteur des aciéries Dillinger. Dès cette époque, il a commencé à herboriser dans la région. En 1855, il a quitté son poste, est retourné s'installer à Trèves et s'est alors consacré entièrement à la botanique [10]. Sa contribution dans ce domaine est importante puisque des spécimens issus de ses herbiers se trouvent dans de nombreuses collections, y compris au Muséum d'histoire naturelle de Paris [11].

C'est pendant son séjour à l'École Centrale que Bochkoltz a inventé son dispositif.

Le compte-rendu de la séance du 19 septembre 1832 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (SEIN) [12], présidée par le baron Thénard, indique : « *M. Bochkoltz, élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures présente une balance de précision et à contrepoids avec une notice sur cette machine* ».

À l'issue de la séance, le Comité des Arts Mécaniques propose : « *1° de publier dans le bulletin, la description détaillée et raisonnée de la balance de M. Bocholz. Les dessins seront sur une grande échelle et porteront les cotes nécessaires, afin que tous les fabricants d'instruments puissent exécuter avec facilité cette nouvelle balance pour laquelle M. Bocholz n'a pas pris de brevet, abandonnant généreusement son invention à l'industrie.*
2° de décerner à l'auteur une médaille d'argent à titre de récompense.
3° d'écrire à M. Bocholz une lettre de remerciements, dans laquelle on le priera de faire connaitre à la société, soit les idées nouvelles qu'il pourrait mettre à exécution par la suite, soit les inventions et procédés qui apparaitraient autour de lui et qu'il jugerait après un mûr examen, devoir être utiles à l'industrie » [13].

Le rapport fut publié en 1833 [14], suivi d'un autre article rédigé par Théodore Olivier [15]. Comme le préconisait le comité, ce texte est illustré d'une superbe gravure représentant la

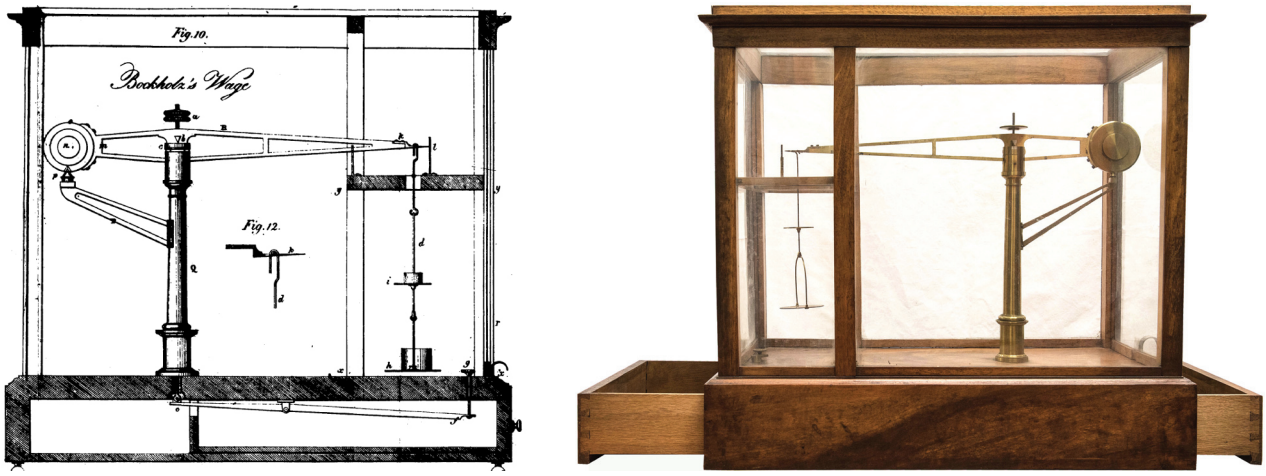

Figure 1 - La gravure de 1833 et la balance de Lyon 1.

balance, et dont l'aspect et les dimensions correspondent exactement à l'objet qui se trouve dans les collections de l'Université Claude Bernard Lyon 1 (*figure 1*).

Lors de la réunion du comité, l'intérêt de cette balance a été présenté ainsi : « *Il résulte de l'examen qui en a été fait par le Comité que la balance de M. Bocholz est d'une grande exactitude, qu'elle est aussi sensible que les balances à fléau, que de plus elle possède sur ces dernières l'avantage d'une sensibilité constante, que sa construction n'exige pas, comme celle des bonnes balances de précision à fléau, de long tâtonnements et une grande habilité ; que par conséquent, elle pourra être construite dans les provinces et que son prix peu élevé la mettra à la portée de toutes les fortunes.*

Le rapporteur observe que les balances de précision coûtent de 300 à 500 frs tandis que celle de M. Bocholz, exécutée par M. Deleuil, sous les yeux de l'auteur, n'a coûté que 300 frs et qu'il est possible d'en établir pour le prix de 100 frs qui seront tout aussi exactes et tout aussi sensibles. »

Ce texte ne précise pas l'origine de tous les avantages de cette balance puisqu'il ne dit pas qu'il s'agit d'une « balance de substitution », dont seul un petit retour sur l'histoire de l'évolution des balances peut en montrer l'intérêt.

La balance de substitution

Les balances existent comme instrument de mesure depuis l'Antiquité. Elles ont été pendant des siècles constituées d'un fléau auquel étaient suspendus objet à peser et masses marquées. En 1669, Gilles Personne de Roberval eut l'idée de remplacer les plateaux suspendus au fléau par des plateaux posés sur un parallélogramme déformable grâce à ses articulations, les plateaux restant ainsi toujours horizontaux. Par ailleurs, de nombreux perfectionnements techniques ont permis d'améliorer les balances à plateaux suspendus. Cependant, dans tous les cas, une des limites à la précision venait de l'impossibilité d'obtenir une égalité rigoureuse des deux côtés du fléau. Dès le XVIIIe siècle, on y remédiait en réalisant une « double pesée ». Cette technique, attribuée à Jean-Charles de Borda (1733-1799), est une méthode de substitution bien décrite dans les manuels du XIXe siècle, par exemple dans le *Traité de Physique Expérimentale et Mathématique* de J.B. Biot publié à Paris en 1816 [16]. Il s'agit de réaliser, en conservant la même tare dans l'un des plateaux, deux équilibres : un premier équilibre avec, dans l'autre plateau, uniquement des masses marquées, puis un second, identique, en remplaçant une partie des masses marquées par l'objet à mesurer ; par différence, on obtient la masse cherchée. Cependant, si cette pesée de substitution avec des balances à fléau symétrique et deux plateaux permet de s'affranchir de l'inégalité des deux bras, elle nécessite deux pesées. Par ailleurs, l'utilisation de tares de masses variables influe aussi sur la précision de la balance, de même que l'atmosphère du laboratoire. C'est à ces inconvénients que Bochkoltz a voulu remédier.

Pour cela, il faut que la charge sur le couteau soit toujours la même ; Bochkoltz reprend donc le principe de la balance romaine mais au lieu d'avoir une masse constante que l'on déplace, il utilise une masse variable dont la position est fixe sur le fléau. Pour cela, le fléau asymétrique est équipé d'un contrepoids fixe qui correspond à la valeur maximale que peut peser la balance. À l'autre extrémité du fléau sont suspendus deux plateaux superposés, le supérieur pour les poids et l'inférieur pour le corps à peser. À l'équilibre, la valeur de l'ensemble des masses marquées placées dans le plateau correspond à la valeur du contrepoids. Lors de la manipulation, on place le corps à peser dans l'autre plateau et on enlève les masses jusqu'à rétablir l'équilibre. La valeur des masses déplacées correspond à la masse de l'objet.

Au repos, le couteau ne repose pas sur son arête pour éviter de l'émousser. Pour éviter la corrosion par l'atmosphère du laboratoire, la balance est placée dans une cage de verre. Cette cage est divisée en deux par une cloison qui fait que seuls les plateaux sont en contact avec l'atmosphère du laboratoire le temps de la manipulation. Celle-ci peut être faite par un gaucher comme par un droitier, la cage s'ouvrant des deux côtés. Il est précisé que l'ensemble du dispositif doit être réalisé en laiton, sauf les couteaux qui sont en acier et la tige de suspension des plateaux en fer forgé. Pour modifier la valeur maximale de la balance, il suffit de changer de contrepoids.

La discussion lors de la séance de la SEIN nous apprend qu'une telle balance a été construite par Deleuil, qui était alors à Paris le spécialiste de ce type d'appareil, qu'elle a été utilisée pendant un mois pour les contrôles à la Monnaie de Paris, et que ses performances ont été jugées identiques à celles des meilleures balances de Fortin. Mais la durée des oscillations s'avérait trop longue pour un tel usage où les pesées doivent être faites en grand nombre et rapidement. En revanche, on la recommandait pour les laboratoires de chimie. Cependant, malgré l'affirmation d'Olivier comme quoi plusieurs laboratoires s'en seraient équipés, on ne trouve aucune trace d'autres exemplaires de cette balance, ni dans le musée du Conservatoire national des arts et métiers, ni à l'École Centrale. Ce modèle n'a jamais été mis au catalogue du constructeur

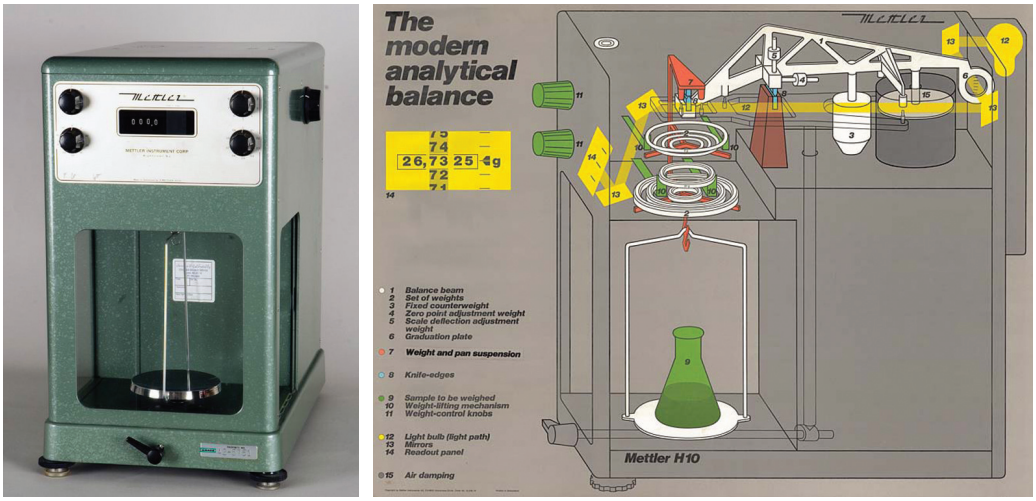

Figure 2 - La balance de Mettler et son principe. © Mettler.

Deleuil [17]. Pourtant, le baron Thénard avait insisté sur son faible coût comparé aux autres balances de précision de l'époque.

La balance de Mettler

Si la balance Bochkoltz a été oubliée, son principe a cependant fait la fortune de la société Mettler, devenue en 1989 la société mondiale Mettler-Toledo, installée dans l'Ohio mais qui possède toujours son siège administratif dans le canton de Zürich. C'est en 1945 que l'ingénieur suisse Erhard Mettler a fondé à Küsnacht sur le lac de Zurich une entreprise de mécanique de précision et qu'il a conçu avec Meier une « *balance d'analyse mono-plateau à substitution et à charge constante* ». Le modèle est bien connu de tous les chimistes et cette balance est structurée exactement comme celle de Bochkoltz, comme le montre la *figure 2*. Dans son histoire de la balance de Mettler, Hans Jenemann explique que le modèle ne put être breveté car le dispositif était connu [18], sans que l'on sache si Mettler avait eu connaissance du modèle imaginé un siècle plus tôt. L'amélioration consistait essentiellement dans la mécanisation de la manipulation, un jeu de boutons à l'extérieur permettant d'enlever ou de poser des masses. Quant au système optique d'affichage, il n'était évidemment pas concevable au début du XIXe siècle puisqu'alimenté électriquement. C'est également la société Mettler qui a réalisé la première balance de précision totalement électronique en 1973 [19].

Les balances à deux plateaux ont fait l'objet de nombreuses innovations pour améliorer leurs performances, comme en témoigne le spécialiste du sujet Hans Jenemann [20]. Il a pourtant fallu attendre presqu'un siècle pour que le principe de compensation pensé par Bochkoltz soit repris. Peut-on imaginer que l'exemplaire de Lyon soit un « prototype » que M. Olivier aurait transporté et « oublié » lors d'une visite dans sa ville natale ? Ou en a-t-il fait réaliser un exemplaire par les ateliers de la toute nouvelle Faculté de sciences lyonnaise créée en 1835 ? Seule la découverte d'archives pourrait nous le dire. Si cette balance a vraiment été diffusée et utilisée par les chimistes du XIXe siècle, on devrait en trouver trace, ce qui ne semble pas être le cas, à moins qu'un lecteur de cet article n'en signale l'existence. Sinon, il serait intéressant de comprendre pourquoi cette innovation n'a pas retenu l'attention des chimistes.

L'auteur remercie Michel Cuny pour les photographies de la balance lyonnaise.

[1] https://portaildoc.univ-lyon1.fr/culture/ateliers-de-physique/
[2] http://sciencespourtous.univ-lyon1.fr
[3] www.aseiste.org
[4] http://sfhst.hypotheses.org
[5] Cette association, sous l'égide de l'International Union of History and Philosophy of Science and Technology (IUSPST) regroupe les chercheurs intéressés par les instruments anciens de toutes sortes (http://scientific-instrument-commission.org).
[6] www.isasc.org
[7] Cet échange a été suivi d'un article de Thomas Allgeier dans la revue de l'ISASC, *Equilibrium*, **2016**, *2*, p. 4245.
[8] Leurs bulletins scolaires se trouvent dans les archives de l'école. Renseignements fournis par Marie-Estelle Créhalet, conservateur, directrice des bibliothèques.
[9] https://www.cnsflora.de/bochkoltz/biographie.html (consulté en janvier 2018).
[10] Bochkoltz W., Ueber einige cryptogamische Gefäßpflanzen, *Jahresbericht der Gesellschaft für Nützliche Forschungen zu Trier*, **1859**, *60*, p. 58.
[11] Cette courte biographie doit beaucoup au professeur de botanique Hans Reichert de Trèves qui m'a contactée suite aux recherches en Allemagne de mon collègue de l'ASEISTE Ruedi Bebier. Les résultats des recherches de M. Reichert, tant généalogiques que botaniques, se trouvent dans l'article Wikipedia en allemand (http://de.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Christoph_Bochkoltz).
[12] www.industrienationale.fr
[13] Rapport Olivier sur la balance de Bochkoltz, ASEIN GEN R 18PV du CA 17/04/**1833**.
[14] Olivier T., Rapport sur la balance de précision de M. Bockholtz, *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, **1833**, *32*, p. 148.
[15] Olivier T., Description de la balance de précision à charge et sensibilité constantes, inventée par M. Bockholtz de Trèves, *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, **1833**, *32*, p. 334.
[16] Biot J.B., *Traité de Physique Expérimentale et Mathématique*, Déterville, Paris, **1816**, p. 6.
[17] Confirmation de Paolo Brenni, spécialiste des constructeurs d'appareils français au XIXe siècle.
[18] Jenemann H., *Die frühe Geschichte der Mettler Waage*, Scripta Mercaturae Verlag, **1992**.
[19] https://de.wikipedia.org/wiki/Mettler-Toledo
[20] Jenemann H., *Die Waage des Chemikers*, Dechema, **1997**.

Françoise KHANTINE-LANGLOIS*,
chercheuse associée à l'Université Claude Bernard Lyon 1, laboratoire S2HEP (Sciences, Société, Historicité, Éducation, Pratiques).

*francoise.langlois@univ-lyon1.fr