

Un peu d'Histoire...

*Il n'est évidemment pas question de retracer ici en détail l'histoire des poids et mesures sur plusieurs millénaires, même en se limitant essentiellement à l'Europe occidentale. Les pages qui suivent visent seulement à poser quelques jalons métrologiques, historiques et techniques afin de mettre en évidence le cheminement qui a permis de passer des systèmes d'unités et des instruments antiques au Système métrique et aux productions de la balancerie moderne. Ce chapitre, comme les fiches techniques qui le complètent, traite exclusivement de trois grandeurs traditionnelles - **longueur, capacité et masse** – en s'attachant d'ailleurs particulièrement à la dernière d'entre elles, ainsi qu'aux techniques de pesage qui permettent de la mesurer.*

Les mesures sont probablement nées lorsque l'homme est passé d'une économie de cueillette à une économie d'échange, système où une évaluation quantitative des biens, des propriétés et des services est nécessaire. Dès lors que le partage, le troc, le commerce, la perception de droits ou de taxes ne pouvaient plus reposer sur le simple dénombrement d'objets, il fallut évaluer des grandeurs variées (telles la longueur d'une pièce d'étoffe, la surface d'un champ, un volume de liquide ou la masse d'une marchandise...) par comparaison avec des instruments matérialisant des unités préalablement déterminées.

Beaucoup de ces unités ont été établies par rapport à des références naturelles, aisément reproductibles si les objets servant d'étalons venaient à disparaître. Ainsi certaines unités de longueur primitives ont indiscutablement une origine anthropométrique, autant par le nom adopté (et ce n'est pas l'apanage d'une langue en particulier) que par la valeur associée : *pouce, empan, pied, coudée, brasse...* En ce qui concerne les masses, les unités élémentaires correspondaient souvent au grain d'orge ou de blé ou encore à la graine de caroube (pour le carat). Ces références étaient évidemment entachées d'une certaine variabilité et les législateurs n'ont pas manqué de prendre diverses dispositions à caractère statistique pour compenser ces écarts.

1. Antiquité

Les premières civilisations nous ont laissé un grand nombre de textes relatifs aux unités utilisées mais aussi des traces picturales et même un nombre non négligeable de vestiges d'instruments de mesure.

L'aube des unités

Les noms de la plupart des unités sont bien connus grâce aux nombreux textes anciens qui les mentionnent. La détermination de leur valeur est plus difficile et s'appuie sur des analyses comparatives entre unités différentes mais aussi sur des rapprochements avec les vestiges qui sont parvenus jusqu'à nous. Ainsi les dimensions de certains édifices ont permis de vérifier plusieurs unités de longueur. Par ailleurs la pesée d'un grand nombre de pièces de monnaies antiques a permis de déterminer statistiquement la masse de certaines unités pondérales en se fondant sur la *taille* (nombre réglementaire de pièces tirées à partir d'un lingot d'or ou d'argent de masse unitaire), donnée qui a de tous temps été strictement définie par les autorités habilitées à battre monnaie. Noter que cette approche a souvent conduit les historiens à adopter *a posteriori* pour les unités de masse des valeurs dont la précision excède largement celle permise par la plupart des instruments de l'époque (ainsi par exemple la *libra* - livre romaine – est de nos jours le plus souvent évaluée à 321,27 g alors que pour la plupart des balances utilisées par les Romains la précision ne dépassait pas 10 grammes environ !).

Bien que pour compter elles aient utilisé le système de numération décimal, la plupart des civilisations antiques ont privilégié un mode de division des principales unités de mesure selon une base qui permet un plus grand nombre de diviseurs que pour la base 10 : base 12 pour les unités romaines mais également base 60 comme par exemple pour l'unité pondérale appelée *talent*, qui se retrouve dans plusieurs grandes civilisations de la Méditerranée orientale (égyptienne, chaldéo-assyrienne, hébraïque, médo-persique et grecque) mais avec un éventail de valeurs tellement large (approximativement entre 21 kg et 60 kg) que l'on peut hésiter à parler d'une même unité.

Des instruments simples mais de fiabilité très variable

C'est surtout l'iconographie qui nous renseigne sur la forme et la nature des instruments de la plupart des civilisations antiques. Un bas relief assyrien montre une **balance à bras égaux**, tandis que les grandes balances égyptiennes à fléau en bois, creux et traversé d'un appareillage de cordes, sont bien connues grâce aux peintures murales des tombeaux : certaines représentent la pesée des actions des défunts et d'autres des scènes de mesurage des grains ou de pesage de marchandises variées par les commis des pharaons.

Mais compte tenu de la nature des matériaux employés (pierre, bronze, plomb...), un certain nombre de vestiges d'objets servant à mesurer ou à peser sont également parvenus jusqu'à nous. Ainsi plusieurs poids en pierre dure – certains de forte taille et zoomorphes – ont été retrouvés aussi bien à l'est de la Méditerranée que dans le monde latin, tout comme de nombreux exemplaires de faible masse réalisés en bronze ou en plomb (noter que dans ce domaine la prudence est de rigueur car divers contrepoids ou lests pour la pêche sont fréquemment confondus avec des poids et que seules la présence d'inscriptions ou la correspondance métrologique avec une unité répertoriée permettent de déterminer la nature de tels objets...).

En ce qui concerne les balances, le *Science Museum* à Londres conserve un fléau en pierre calcaire brun-rouge de dimensions très réduites (85 mm environ) qui remonterait à 3300 ans voire à 5000 ans avant JC et constituerait donc la plus ancienne balance découverte à ce jour. Ce fléau est percé de trois trous verticaux, l'un au centre et les autres aux extrémités, destinés à laisser passer des cordelettes très fines (évidemment disparues) qui servaient d'appareillage de suspension.

La plus importante source d'informations pour l'Antiquité romaine est constituée par les vestiges provenant des sites de Pompéi et Herculaneum (79 après JC). Les objets retrouvés sont en bronze et pour la plupart de petite taille (les grands modèles de fléaux étaient en bois - avec un appareillage de bronze - et très peu d'entre eux ont évidemment survécu intégralement à l'éruption du Vésuve). Les balances à bras égaux (*trutinae*) retrouvées sont caractérisées par un pivot central placé dans l'aiguille (bien au-dessus du fléau) ainsi que par des bouts "en œil", dispositions qui en font des instruments de sensibilité médiocre et d'une justesse bien moindre que celle des modèles égyptiens cités plus haut, malgré la maîtrise technique dont les Romains faisaient preuve dans la coulée et le travail du bronze.

Ces deux sites ont également livré nombre de **balances romaines** (*staterae*) d'excellente facture, ce qui est logique puisque cet instrument semble être apparu précisément en Campanie environ deux siècles plus tôt, sans doute suite à des adaptations apportées à des petites balances à bras égaux destinées à peser les monnaies. La plupart des exemplaires mis au jour - certains remarquables par leur poids-curseur (*aequipondium*) figurant une tête de divinité - sont de taille modeste, avec un appareillage permettant une double voire une triple portée, sans que la portée maximale excède quelques dizaines de *librae*. Cela dit, c'est en Chine que les plus anciennes traces avérées de balances romaines ont été relevées (soit un peu plus de dix siècles avant notre ère) mais, dans l'état actuel de nos connaissances, aucune preuve convaincante n'a pu être fournie d'une importation de ce type de balance depuis la Chine dans le monde latin par le travers d'échanges commerciaux (via la route de la soie).

Le **bismar**, troisième type de balance apparu dès l'Antiquité, semble avoir été très peu répandu en France, à tel point qu'on ne lui connaît pas de nom spécifique dans notre langue. Son principe est différent de celui de la romaine malgré une grande similitude d'aspect : dépourvu de poids-curseur, ce fléau à bras inégaux comporte un contrepoids fixe à l'une de ses extrémités et un dispositif de suspension de la charge à l'autre, l'équilibre étant obtenu par déplacement du point de suspension (la graduation n'est donc pas équidistante et se resserre vers les masses élevées). Sous sa forme primitive ("bâton à peser") une telle balance, très simple et bien adaptée aux conditions de vie des peuples nomades, est considérée par certains spécialistes comme l'instrument de pesage le plus ancien au monde (8000 à 10000 ans avant notre ère). Sans entrer dans ce genre de spéculation, il semble que ses plus anciennes traces avérées remontent à environ un millénaire avant notre ère dans l'ancienne Scythie (confins du Sud de l'Eurasie) d'où cette balance se serait ensuite diffusée à la fois vers l'Extrême-Orient à l'exception de la Chine (confins himalayens, Inde, péninsule malaise...) et vers l'Occident (Grèce puis Rome d'une part, Russie et pays autour de la Baltique). Quasi inconnu en France, cet instrument est le plus souvent désigné dans la littérature spécialisée par sa dénomination anglo-saxonne de *bismar* (*Desemer* en allemand, *bezmen* en russe...). Trois exemplaires antiques (datables vers le III^e siècle avant notre ère) ont été retrouvés dans l'ancienne Etrurie (pour l'époque antique, l'appellation "*momentana*" paraît plus appropriée que "*statera*

danensis", expression utilisée dans l'édition médiévale de la *Mechanica* d'Aristote mais qui pourrait bien avoir été créée *a posteriori* compte tenu de la vogue de ce type d'instrument chez les peuples du Nord).

2. Moyen âge et Renaissance

Dans le domaine des poids et mesures, comme dans la plupart des activités concernant la vie quotidienne, le Moyen âge nous a livré bien moins de traces que l'Antiquité, en particulier parce que l'Eglise avait fini par interdire la coutume païenne d'inhumér les défunts d'un certain rang avec leurs objets usuels, ce qui prive les archéologues et les historiens de témoignages précieux. Les textes traitant des poids et mesures sont rares et nous renseignent plus sur diverses dispositions réglementaires que sur la technique ou sur la métrologie de l'époque.

Unités : le règne de la diversité

A l'unicité des mesures au sein de l'Empire romain (malgré la subsistance hautement probable d'unités locales parallèlement au système officiel ...), la parcellisation des pouvoirs au Moyen âge a progressivement substitué une grande variété d'unités de mesure, à la fois selon les lieux et selon les marchandises, avec des valeurs très différentes même lorsque l'appellation générique (comme *livre*, *pinte* ou *pied*...) était identique. Définir précisément la valeur d'une unité nécessitait de donc de compléter ce nom par des qualificatifs appropriés comme par exemple "*livre d'argent des foires de Champagne*" (env. 366 g) ou "*aune d'Avignon pour la soie*" (env. 119 cm). Cette diversification s'est accentuée tout au long du Moyen âge malgré la tentative de Charlemagne (capitulaires de 789) de restaurer l'unité des mesures dans son empire. Au cours des siècles suivants, les rois de France n'auront pas plus de succès et les édits se succéderont en vain (citons entre autres les édits de 1508, 1540 et 1557 ainsi que les Etats Régionaux ou Généraux de 1560, 1576, 1588 et 1614).

Au sein de ce "chaos métrologique" coexistaient deux univers régis par des contraintes fort distinctes.

- D'une part celui des unités sur lesquelles se fondaient les mesures liées à la perception de droits seigneuriaux comme celles concernant l'arpentage, les capacités pour les liquides et surtout les capacités pour les matières sèches (essentiellement les grains). Dans ce domaine très sensible, les étalons locaux étaient fréquemment modifiés par les féodaux au détriment des serfs, ce qui générait des contestations fréquentes (cf. "*Des mesures et des hommes*" de l'historien Witold Kula).
- D'autre part le monde des unités utilisées par le commerce international, à savoir principalement les *aunes* (pour le drap) et les unités pondérales (*quintaux*, *livres*, *marcs*, *onces*) servant à peser la laine, la soie, les épices, les peaux, les métaux ainsi que toute autre marchandise dite "*avoir de poids*". Les unités propres aux diverses places parties prenantes dans ces transactions entre marchands de pays différents étaient liées par des rapports très précis et stables dans le temps : ainsi par exemple l'importance du commerce de la laine entre Florence et l'Angleterre a conduit les Anglais à établir leur *livre Avoirdupois* sur 16 onces du *marc de Florence* (les relations entre les principales unités pondérales de l'Europe médiévale formaient un système complexe mais remarquablement structuré dès lors qu'on l'analyse à travers les diviseurs intrinsèques de ces unités sans chercher à les expliquer par leurs équivalences métriques modernes). Ces rapports nous sont bien connus grâce à divers "manuels de marchands", notamment le plus célèbre d'entre eux, "*La pratica della mercatura*", établi entre 1320 et 1340 environ par le Florentin Francesco Balducci Pegolotti. Les recueils de ce type étaient l'œuvre de marchands qui visitaient les différentes places de commerce et surtout les grandes foires européennes, en particulier les fameuses foires de Champagne. Du XII^e au XIV^e siècle ces dernières ont constitué le principal carrefour commercial de l'Occident en rassemblant six fois par an les marchands du Sud (Italiens, Espagnols), de France, des états allemands et des Flandres (en particulier ceux des "villes drappantes").

Instruments : une longue période de transition

Au Moyen âge les instruments servant à la mesure et au pesage semblent être longtemps restés très semblables à ceux des anciens Romains, du moins d'après ce que nous permet d'en juger la maigre iconographie relative à la vie courante (principalement des scènes figurées dans les enluminures sur parchemin et dans les vitraux), de surcroît souvent assez peu précises sur le plan technique. La majorité des instruments utilisés dans le contexte rural étaient en bois pour les mesures agraires, en bois ou en

pierre pour les grains, en étain ou en cuivre pour le vin. Le bronze, matière noble par excellence, était surtout réservé aux étalons.

Le pesage était assez rarement utilisé dans les transactions entre paysans et seigneurs parce que sa mise en œuvre était longue et surtout parce qu'il nécessitait des instruments coûteux, ce qui le réservait au commerce. Sur les foires et dans les villes les marchands n'avaient pas le droit de peser par eux-mêmes en une seule fois des quantités de marchandises supérieures à une limite donnée (variable selon les lieux, tournant souvent autour de 20 livres mais pouvant descendre jusqu'à 6 livres) et devaient recourir, moyennant acquittement d'une taxe, à l'office appelé "*poids du roi*" ou "*poids-le-roi*" (ancêtre de notre poids public). Les poids de masse élevée utilisés dans ces pesées étaient plus souvent en pierre qu'en fer (lingots battus à la forge plutôt que fonte de fer).

Dans le commerce de détail les petits poids courants (de 1 once à 4 livres) étaient généralement en plomb mais aussi en cuivre (laiton) ou en bronze, notamment pour les "poids de ville" dits aussi "poids monétiformes" (ronds ou polygonaux) parce que datés et portant les armes de la ville qui les émettait. Chez les orfèvres et les apothicaires, les pesées (qui concernaient de faibles quantités de produits à valeur élevée) mettaient en œuvre des poids en bronze emboîtés appelés "piles à godets" ; les modèles les plus anciens connus (XIII^e siècle) ressemblaient encore assez à ceux "en bols" des Gallo-Romains mais la forme tronconique avec une anse de préhension (pour les séries de masse moyenne ou élevée) s'est imposée ensuite. C'est ce type de poids qui a été adopté à travers toute l'Europe pour la réalisation des étalons de premier rang (le "*Poids original de la Cour des Monnoyes*", étalon du royaume de France depuis la fin du XV^e siècle - souvent dénommé improprement "Pile de Charlemagne" – en est un exemple remarquable).

Les seules **balances à bras égaux** datables du haut Moyen âge qui ont été conservées sont de très petits exemplaires destinés au pesage monétaire, à pivot placé dans l'aiguille et à bouts à œil (comme dans les modèles antiques). D'après les nombreuses scènes de *pèsement des âmes* au Jugement Dernier sculptées aux portails des églises, cette similitude de forme concernait également les grands modèles. Compte tenu de la rareté et du coût du fer (affecté en priorité à la fabrication des armes), ce métal était rarement utilisé pour les pièces de taille importante (fléau des grandes balances ou des grandes romaines) lorsqu'il était possible de lui substituer le bois.

Dans les parties du fléau où le métal restait indispensable (pivots, bouts) c'est cependant le remplacement du bronze (coulé) par le fer (forgé) qui a permis une évolution décisive de la qualité des balances à bras égaux. Vers la fin du XV^e siècle en Allemagne, ce changement de métallurgie a permis de passer du pivot central cylindrique à celui de forme prismatique et également de remplacer les bouts "à œil" par des bouts à arête transversale (d'abord ceux dits "trompette" puis "en col de cygne" et enfin "à boîte"), dispositifs qui amélioraient notablement la justesse des fléaux. Mais surtout le fer forgé autorisait une reprise des réglages (à chaud ou à froid) ce qui permettait une correction des défauts bien plus aisée qu'avec le bronze.

Les **balances romaines** du Moyen âge sont très mal connues, d'autant que l'iconographie religieuse n'en fait pas mention, bien que leur usage soit attesté dans les transactions commerciales. A l'époque les romaines ne sont jamais désignées sous le nom de "balances" - réservé aux fléaux à bras égaux - mais sous des termes fort variés, tels *trona* et ses variantes, *traineau*, *troneau*, *trosniel*, *croc* (dérivé de "crochet") ou *virga*.

Les **bismars** sont attestés autour de la Baltique dès la Renaissance (Olaus Magnus "*De gentibus septentrionalibus*", en 1556) mais semblent avoir été rapidement prohibés pour les transactions commerciales dans le reste de l'Europe, notamment Outre-Manche dès le XIV^e siècle sous le règne d'Edouard III.

Enfin même si aucun nouveau type de balance n'est formellement apparu au cours de cette longue période (un millénaire !), il convient de noter que la Renaissance a vu la création des premières balances de précision dignes de ce nom, certains modèles à usage scientifique étant même pourvus d'une cage de protection pour les protéger des courants d'air ou équipés de cadrans gradués permettant l'enregistrement de certains phénomènes (balances hydrostatiques).

3. XVII^e et XVIII^e siècles

Unités : stabilité et frémissement scientifique

Les systèmes médiévaux d'unités de mesure ont perduré pendant cette période et le chaos métrologique était à cette époque bien pire en France qu'en Grande Bretagne où, dès la fin du Moyen âge, la Couronne britannique avait réussi à éliminer les particularismes locaux et à imposer un système d'unités diversifié mais cohérent. Car malgré la centralisation des pouvoirs, pas plus qu'au cours des siècles précédents et pour des raisons politiques (droits seigneuriaux), les tentatives des souverains français pour unifier les unités ne furent couronnées de succès, bien que certains étalons (toise du Châtelet, pile de la Cour des Monnaies) aient pu à certaines occasions servir de références nationales ou même internationales.

Cependant à partir du dernier tiers du XVII^e siècle, le renouveau scientifique (l'Académie Royale des Sciences a été fondée en 1666) a fait éclore diverses propositions de systèmes métrologiques fondés sur des références naturelles (Abbé Picard en 1670, abbé Mouton en 1670 également...).

Plus concrètement, le XVIII^e siècle a vu se multiplier les campagnes de mesures visant à évaluer précisément de telles références (mesure d'un arc de méridien ainsi que détermination de la longueur du pendule battant la seconde par La Condamine à Quito entre 1735 et 1743, mesure de l'arc du méridien en Laponie par Maupertuis vers 1736, mesure de la méridienne de Paris par Cassini de Thury et La Caille en 1739 ...). Toutes ces actions, conjuguées à la forte pression populaire en faveur d'une unicité des mesures dans le royaume (retour aux "unités unifiées de Charlemagne") exprimée au travers des cahiers de doléances en 1789, ont fait le lit du futur Système métrique décimal dont le coup d'envoi fut donné le 15 mars 1790 par la loi qui a supprimé les droits féodaux relatifs au mesurage et au pesage.

Instruments de pesage : une certaine forme de perfection

Les poids et les balances de cette époque qui sont parvenus jusqu'à nous sont relativement nombreux, en partie sans doute parce que l'essor de la métallurgie en a permis une production beaucoup plus importante qu'au cours des siècles précédents.

Les gros poids rectangulaires à décor de fleurs de lis (et autres motifs nobiliaires...) se sont largement répandus et ont supplanté leurs ancêtres en pierre aux offices du *Poids-le roi*. Dans le domaine des pesées faibles, les émissions de poids de ville étaient moins nombreuses mais c'est par contre l'âge d'or des piles à godets dont les productions en provenance de Nuremberg inondaient l'Europe.

Les balances à bras égaux étaient à leur apogée. Il a été conservé un certain nombre de grands modèles à suspendre datant de cette période, de taille avoisinant les 2 mètres : tous constituent de magnifiques pièces de forge, les plus anciens assez massifs et très sobrement décorés, de section proche du carré avec des bouts "à boîte", ceux de la seconde moitié du XVIII^e siècle souvent à bouts "en col de cygne" ou "à jumelles". Les modèles de portée moyenne étaient encore en grande majorité suspendus soit directement, soit via une potence montée sur colonne ; leur décoration est discrète au niveau des bras mais parfois extrêmement riche au niveau de la chape, de l'aiguille, du brayer ou des bouts, certains fléaux représentant de vraies pièces de maîtrise). Le fer (forgé ou estampé) demeurait le métal le plus utilisé, le laiton servant parfois pour les modèles les plus petits. Vers la fin du XVII^e siècle, les besoins scientifiques ont conduit à la réalisation de modèles de laboratoire déjà parfois assez sophistiqués, destinés à des expériences diverses de physique. Les petits trébuchets des boîtes de pesage monétaire étaient le plus souvent d'exécution assez sommaire en France mais beaucoup plus soignée Outre-Manche et surtout Outre-Rhin. Mais ces boîtes sont parfois remarquables par la décoration de leur étiquette et surtout par leur riche assortiment de poids monétaires (dénéraux), certains reproduisant même l'effigie exacte des monnaies d'or ou d'argent à contrôler.

Enfin, dans un domaine particulier (mais toujours très sensible tant sur le plan social qu'économique), il convient de noter l'apparition aux Pays-Bas (2^e moitié du XVII^e siècle) d'une petite balance à bras égaux permettant, via la mesure conjointe du volume et de la masse d'un échantillon de blé, de déterminer le taux d'humidité du grain. Cette méthode a ouvert la voie au remplacement du mesurage par le pesage dans les transactions commerciales portant sur les grains.

Bien qu'elles n'aient pas encore atteint la qualité qui sera la leur au XIX^e siècle (en quasi totalité, elles n'étaient pas oscillantes et les fréquentes irrégularités du bras affectaient leur justesse), les romaines de cette époque étaient déjà remarquables. Progressivement, la plupart des modèles ont adopté une section

du grand bras du fléau "en diamant" (section carrée posée à 45 degrés), disposition qui permet d'encocher les arêtes, ce qui autorise une graduation plus dense et plus précise. Quant au poids-curseur, il est au XVII^e siècle constitué le plus souvent d'un cylindre de tôle fourré de plomb, puis plus tard d'un lingot de fer battu en forme de parallélépipède, de tronc de pyramide à base octogonale voire d'une boule à facettes; le type balustré ou piriforme, en laiton ou en bronze fourré de plomb, apparaît au cours du XVIII^e siècle, principalement dans le Midi.

Même si aucun des très grands modèles utilisés dans les arsenaux n'est parvenu jusqu'à nous, le XVIII^e siècle nous a légué beaucoup de fléaux en fer forgé dont la taille avoisine ou dépasse 2 mètres, tels les exemplaires de forte portée (plusieurs centaines de livres) utilisés dans les commerces du Sud de la France, notamment par les bouchers.

Parallèlement, l'économie rurale et domestique a fait un grand usage des petits modèles à fléau en bois tourné, grossièrement gradués et munis d'un appareillage en fer forgé ainsi que d'un poids-curseur piriforme à facettes. Ces romaines, moins onéreuses que celles au fléau en fer forgé, étaient très prisées malgré l'imprécision de leur graduation mais leur usage dans les transactions commerciales a fréquemment été remis en cause en raison des moyens de frauder qu'elles offraient.

Enfin cette période se signale surtout par l'invention de trois types d'instruments de pesage particulièrement innovants.

Tout d'abord les **pesons à ressort**, instruments où, pour la première fois, l'action de la gravité sur un corps est équilibrée par la déformation d'un solide élastique et non par l'action exercée, via un levier, par cette même gravité sur une masse de référence. Le premier modèle, apparu Outre Rhin à la fin du XVII^e siècle était à ressort hélicoïdal et fut suivi dans différents pays, quelques décennies plus tard, par des pesons équipés de ressorts de forme différente (en "C", en "V", elliptiques avec aiguille entraînée par pignon denté...). Malgré leur manque de précision et de fiabilité, ces instruments, peu encombrants et pratiques allaient connaître un grand succès et concurrencer les romaines, seuls instruments gradués alors en usage dans le commerce.

Les **balances à contrepoids pendulaire** appartiennent à la catégorie des instruments à fléau simple mais qui travaillent à forte inclinaison au contraire des balances à bras égaux et des romaines. Déjà connu à la fin de la Renaissance pour des expériences scientifiques, ce type de balance est apparu quasi simultanément Outre Manche et Outre Rhin au milieu du XVIII^e siècle et a été adopté pour sa rapidité (absence d'oscillations) et sa commodité (instrument gradué ne nécessitant pas de poids autonomes) dans différents domaines cantonnés à des pesées faibles ou moyennes (usage domestique, industrie textile pour évaluer les échantillons de fil...).

Grâce à une combinaison de leviers, un troisième type d'instrument allait apporter la possibilité, longtemps attendue, de s'affranchir de la nécessité de suspendre les charges lourdes et encombrantes pour les peser. Le premier **pont à bascule** est apparu en Angleterre peu avant 1744 (John Wyatt à Birmingham) afin de répondre aux besoins de pesée rapide des marchandises aux portes des villes (opération rendue nécessaire par le *Turnpike Act* de 1741 instituant une taxe pour financer l'entretien des routes et des ponts). Désormais il était possible de peser les charrettes sans avoir à les dételer et à les élinguer au crochet d'une gigantesque romaine puisqu'il suffisait d'immobiliser le véhicule sur un large plateau (le tablier) placé au niveau du sol ; l'équilibrage se faisait sans avoir à manipuler péniblement un énorme contrepoids comme sur les romaines mais grâce à un jeu de leviers amplifiant l'action de divers poids placés sur un petit plateau.

Dans la seconde moitié du XVIII^e siècle ce principe, adapté à des instruments de portée plus réduite, a permis la création, toujours Outre-Manche, de petites **bascules à rapport** (notamment au 1/14^e) utilisées comme pèse-personnes.

4. XIX^e siècle

Unités métriques : un demi-siècle de vicissitudes

Tout au long du XIX^e siècle le domaine des poids et mesures en Europe est évidemment dominé par la mise en place du Système métrique décimal, véritable épopée métrologique qui représente par son ampleur et son impact une entreprise sans équivalent dans l'histoire de l'humanité. Mais, bien que le Système métrique soit né au début de la dernière décennie du XVIII^e siècle, il aura fallu attendre près d'un demi-siècle (1^{er} janvier 1840) pour qu'il soit définitivement établi en France (sur le plan législatif du moins) dans les formes originelles adoptées le 18 germinal an III.

Le coup d'envoi a été donné le 15 mars 1790 sur le plan politique (suppression des droits seigneuriaux de mesurage, pesage et étalonnage) puis le 26 mars 1791 sur le plan métrologique (choix du quart de méridien comme base naturelle d'unité de longueur). En termes de systèmes d'unités, quatre étapes principales se sont succédées entre 1793 et 1839, parmi lesquelles certaines représentent un pas en arrière bien que la définition théorique du mètre soit demeurée inchangée :

- **1790 – 1793** : en préliminaire, les "unités de Paris" (*toise de Paris, pinte de Paris, livre poids de marc*) ont été choisies temporairement comme seules unités de référence admises (notamment pour conduire les expériences nécessaires à la détermination des unités métriques).
- **1793 – 1795** : la loi du 1^{er} août 1793 a institué un mètre provisoire fondé sur les relevés de méridien conduits en 1739. Certains noms d'unités seront rapidement changés dès le début de 1794 (*le pinte devenant le cadil avant de s'appeler litre, le grave devenant le kilogramme...*).
- **1795 – 1800** : la loi du 18 germinal an III (7 avril 1795), véritable acte fondateur du Système métrique, a établi la nomenclature des unités métriques sous la forme encore en vigueur actuellement.
- **1800 – 1812** : l'arrêté du 13 brumaire an IX (4 novembre 1800) a maintenu la division décimale des unités mais accolé à la nomenclature métrique de 1795 une nomenclature dite "équivalente" fondée sur les noms des unités traditionnelles ("*livre*" pour "*kilogramme*", "*once*" pour "*hectogramme*"...).
- **1812 – 1839** : le décret impérial du 12 février 1812 a institué un système hybride, bâti à partir des unités fondamentales de 1795 mais rétablissant un principe de division binaire pour les sous-multiples qui reprenaient leurs noms traditionnels, ce marquage coexistant avec son équivalence métrique. Les unités de masse étaient calées sur une livre de 500 g, dite "*livre usuelle*" (divisée en *onces, gros, deniers*...).
- **1840 ...** : la loi du 4 juillet 1837 a institué, à compter du 1^{er} janvier 1840, le retour aux unités et à la nomenclature définies par la loi du 18 germinal an III, rétablissant enfin le Système métrique dans sa pureté originelle.

Les concessions sanctionnées par les textes législatifs du 4 novembre 1800 puis du 12 février 1812 témoignent des difficultés rencontrées par le pouvoir politique pour faire accepter la nomenclature des unités de 1795 tout autant que le principe de leur division décimale. Avec le recul du temps, il apparaît que ces revirements n'ont servi qu'à amplifier la confusion au sein du grand public et à compliquer le travail déjà très lourd de ceux qui avaient la charge de mettre en place les nouvelles unités, les instruments et les procédures. L'enchaînement chronologique des opérations administratives, techniques et didactiques requises pour finaliser sous tous les aspects un nouveau système d'unités montre l'ampleur du problème :

- 1/ Définition des principes fondant les nouvelles unités ;
- 2/ Détermination et mesure des unités fondamentales ;
- 3/ Etablissement de nomenclatures ;
- 4/ Recensement des diverses unités anciennes et calcul des équivalences avec les nouvelles ;
- 5/ Fabrication des étalons primaires ;
- 6/ Fixation et publication des normes pour les instruments de mesure à fabriquer ;
- 7/ Fabrication et distribution des étalons courants ;
- 8/ Définition des procédures de contrôle et mise en place des structures adéquates ;
- 9/ Fabrication des assortiments d'instruments marqués en nouvelles unités ;
- 10/ Rédaction et publication de manuels didactiques ;
- 11/ Information et formation du public ;
- 12/ Contrôle des nouvelles mesures avant leur mise en service et récupération des anciennes.

Cette liste répertorie au premier chef les tâches entreprises à partir de 1791 mais il est clair que certaines de ces opérations ont dû être reprises sur des bases nouvelles à partir de 1800 puis de 1812 ... alors que maintes dispositions édictées par les lois et règlements antérieurs avaient à peine connu un commencement d'exécution. Le contexte politique pour le moins troublé jusqu'en 1815 aggravait évidemment les difficultés, dans une France où les guerres avec le reste de l'Europe absorbaient en priorité aussi bien les métaux disponibles que les artisans qualifiés. Le mérite de tous ceux – savants, fonctionnaires, techniciens et ouvriers – qui surent néanmoins faire aboutir cette colossale entreprise n'en est que plus grand.

"A tous les Peuples, pour tous les Temps"...

C'est en fait dans le dernier quart du XIX^e siècle que le Système métrique va réellement commencer à s'étendre hors des frontières de notre pays bien que, quelques décennies auparavant, plusieurs états frontaliers en aient partagé les avatars initiaux avec la France (conquêtes du 1^{er} Empire obligent...), expérience d'ailleurs aussi éphémère que lesdits états : *République Cisalpine* (Lombardie), *Piémont*, *République de Genève* et *République Batave* (après avoir utilisé le système aux appellations hybrides en vigueur aux Pays-Bas à partir de 1820, la Belgique – devenue indépendante en 1830 – a été en 1836 le premier pays au Monde à avoir adopté définitivement le Système métrique dans sa forme originelle).

Le coup d'envoi de cette généralisation à l'Europe et au monde entier a été donné à partir dans les années 1840-1850 par des échanges d'étalons entre divers pays et la France. La sensibilisation des milieux scientifiques aux avantages du Système métrique à abouti à la création d'une *Commission Internationale du Mètre*. Suite aux travaux de cet organisme en 1870 et en 1872, l'année 1875 a vu la signature de la *Convention du Mètre* et la création du *Bureau International des Poids et Mesures* (B.I.P.M.) dont le siège fut fixé au pavillon de Breteuil à Sèvres. Les pays signataires de cette convention (une quarantaine en 1875) ont pris l'engagement d'*appliquer le Système métrique à l'intérieur de leurs propres frontières et d'œuvrer à son rayonnement dans un esprit de coopération internationale*.

Parallèlement à cette extension géographique, diverses unités relatives aux grandeurs qui constituent le champ d'étude de la physique moderne ont été progressivement incorporées au Système métrique, assurant ainsi la cohérence dimensionnelle nécessaire aux calculs scientifiques. Depuis 1875 ce système est désormais dénommé *Système international* ou *SI* (fondé sur 7 unités de base, le *mètre*, le *kilogramme*, la *seconde*, l'*ampère*, le *kelvin*, la *môle* et la *candela*).

La naissance du Système métrique était inscrite dans l'évolution des sciences physiques depuis la fin du XVII^e siècle mais c'est la Révolution française qui a fourni l'impulsion politique décisive et légué au monde une construction intellectuelle d'une cohérence exemplaire, comme le résume la formule célèbre due à Lavoisier, peu de temps avant sa mort :

"Jamais rien de plus grand et de plus simple, de plus cohérent dans toutes ses parties n'est sorti de la main des hommes".

Mesures et poids : une diversité considérable

La nécessité de renouveler le parc de poids et mesures suite aux divers changements d'unités a abouti à la création d'un nombre considérable de modèles, en particulier pour les poids. La liberté totale de formes laissée initialement aux fabricants (les premières normes ne datent que de brumaire an X, soit 1801) a également beaucoup contribué à cette prolifération, tout comme la pénurie de matériaux qui a souvent conduit à réutiliser (en les sur gravant) des modèles correspondant à un système d'unités précédemment en vigueur. La rapidité des changements métrologiques a parfois eu pour conséquence de faire coexister des modèles marqués d'unités contradictoires, d'autant que la province peinait quelque peu à suivre le rythme imposé par la capitale. La confusion ambiante a même amené des vérificateurs quelque peu débordés à poinçonner des poids dont la masse et le marquage en unités dérogeaient aux nomenclatures légales. Bref, jamais probablement autant de modèles différents de poids et de mesures n'ont été mis en service sur le territoire français sur une période aussi courte.

Le souci de se démarquer des anciens systèmes d'unités a d'abord conduit les fabricants à choisir des formes géométriques simples pour réaliser aussi bien les étalons (quel que soit leur rang) que les poids. Ainsi les étalons du kilogramme envoyés dans chaque département étaient en forme de parallélépipèdes homothétiques pour chaque niveau d'unités (dits "kilogramme divisé"). Les poids hexagonaux en fonte et les piles à godets au décor épuré semblent même être apparus sous un marquage en *livres* et *onces* (*poids de marc*) entre 1790 et 1795.

Jusque vers 1800 / 1801 divers modèles de poids coniques en fonte ont été utilisés jusqu'à ce que les "Instructions de 1801" recommandent (via les seules planches de gravures produites avant 1839) la forme en tronc de pyramide hexagonal pour les poids en fonte et en cylindre à bouton pour les poids en laiton (ces instructions présentaient évidemment aussi des modèles pour les mesures linéaires et pour celles de capacité).

Le passage aux unités "*équivalentes*" s'est surtout traduit par l'ajout (sur gravure) des nouvelles dénominations ("*livre*" pour "*kilogramme*", etc.) sur les exemplaires métriques antérieurs (conformes ou non aux nouvelles normes).

A partir de 1812, la création de nouveaux modèles a été beaucoup plus abondante. Pour les poids à double marquage (unités *usuelles* et métriques), les autorités ont recommandé l'adoption de formes bien différenciables de celles de 1801, tronc de cône ou tronc de cône inversé pour les modèles en laiton, tronc de cône pour les modèles en fonte. Mais dans cette dernière catégorie il a été produit une grande variété d'autres modèles (notamment carrés) et ce sont ceux de forme hexagonale qui ont été les plus répandus.

Finalement les ordonnances royales du 16 juin 1839 ont à peu de choses près rétabli les normes proposées en 1801 pour les mesures et pour les poids. En ce qui concerne ces derniers, quatre formes sont devenues obligatoires pour les fabrications postérieures au 1^{er} janvier 1840 : cylindre à bouton pour ceux en laiton, tronc de pyramide à base rectangulaire ou hexagonale pour ceux en fonte et tronc de cône à couvercle nu pour les piles à godets. A l'exception des piles, ce sont ces types qui ont été réglementaires en France jusqu'à nos jours pour les poids du commerce.

Instruments de pesage : innovation et industrialisation

Le décollage industriel et l'effervescence métrologique en France au cours de la première moitié du XIX^e siècle ont replacé notre pays à la pointe de l'innovation dans le domaine du pesage. Les principaux pôles géographiques de cet essor ont été Strasbourg et Lyon. Dans ces deux villes les industriels de la balancerie se sont particulièrement illustrés dans le domaine des instruments de pesage de forte portée, auxiliaires indispensables aux besoins de la grosse industrie et des transports modernes.

A Strasbourg, Charles Merlin a obtenu le 6 décembre 1803 (14 frimaire an XII) le premier brevet français concernant un **pont à bascule** ; dans la même ville, le 18 avril 1824 Frédéric Rollé, assisté de Jean Baptiste Schwilgué (association qui a été à l'origine d'une importante société industrielle finalement dénommée "*Société Alsacienne de Constructions Mécaniques*"), a fait admettre à la vérification la première **bascule décimale** (perfectionnement de celle inventée quelques mois plus tôt par le mécanicien badois Aloïs Quintenz), bascule à rapport qui exploite l'avantage de l'homogénéité de l'échelle métrique.

A Lyon le 5 décembre 1840 Joseph Béranger a de son côté obtenu l'admission de la première **bascule à romaine** (permettant de s'affranchir du recours à des poids autonomes), innovation qu'il appliquera ensuite aux ponts à bascule, domaine où ses successeurs Jules Alexandre Auguste Catenot et surtout Benoît Trayvou se sont plus tard particulièrement illustrés.

C'est à Joseph Béranger encore que sont dues la première admission d'une **balance Roberval** en France (le 5 décembre 1840) et surtout l'invention d'un autre instrument de comptoir, sa célèbre **balance-pendule** (admise le 27 mars 1848), nettement plus fiable que la Roberval et suivie d'une nombreuse descendance en systèmes dérivés. Inventeur prolifique, Joseph Béranger a aussi été à la fois un industriel visionnaire, un patron éclairé et un commerçant avisé, méritant amplement le surnom élogieux de "*Père de la balancerie moderne*" que lui ont décerné ses contemporains.

La rude concurrence des instruments à fléaux composés n'a pas sonné pour autant le glas des instruments de pesage traditionnels.

Les **balances à bras égaux** ont subsisté dans les activités commerciales comme balances de comptoir de prestige dans une fabrication "tout laiton", sous la forme à colonne (imitant l'antique). Et elles sont demeurées irremplaçables pour les travaux scientifiques sous forme de modèles sophistiqués permettant de peser de très faibles masses avec une précision sans cesse améliorée.

Grâce aux progrès de la métallurgie (étirage), à des perfectionnements astucieux et à une réglementation plus contraignante, les **balances romaines** ont amélioré leurs performances et connu un nouvel essor dans la seconde moitié du siècle, notamment dans le type "à fléau coulissant" (près de 50 admissions concernent les romaines au cours de ce siècle).

Quant aux autres instruments gradués, **pesons à ressort** et **balances à contreponds pendulaire**, leur interdiction officielle pour les transactions commerciales (en France du moins) les a cantonnés dans d'autres domaines d'utilisation (pesées industrielles, pesage postal, usage domestique) où ils se sont taillé un fort beau succès.

Enfin, vers la fin du siècle, sont apparues les premières **bascules à enregistrement automatique** (certaines à ticket) ainsi que les premières **balances de comptoir semi-automatiques**, fondées sur un mécanisme Roberval "inversé" (de type anglais) entraînant une aiguille devant un cadran gradué.

Il n'est donc pas exagéré de considérer le XIX^e siècle comme l'âge d'or de la balancerie traditionnelle. Non seulement il a vu la naissance et l'expansion d'importantes dynasties industrielles (telles les deux citées plus haut) mais également le développement d'un grand nombre d'entreprises plus modestes (à titre d'exemple, pour *Paris intra-muros*, la compilation des seuls annuaires du commerce a permis de dénombrer sur la période 1789-1914 près de 650 entreprises différentes – hors filiations et successions – œuvrant dans la fabrication de poids et d'instruments de pesage...).

5. XX^e siècle

Unités : le triomphe du Système métrique

A la fin du XX^e siècle, la quasi-totalité des pays de notre planète a officiellement adopté le SI mais sa mise en place demeure laborieuse dans certains pays anglo-saxons et non des moindres. La Grande Bretagne est officiellement métrique depuis 1965 mais le basculement se fait assez lentement dans beaucoup de domaines. Quant aux U.S.A. et au Canada (signataires de la *Convention du mètre* respectivement en 1875 et en 1907), la pénétration du SI est effective dans les milieux scientifiques (commodité des calculs oblige...) mais elle reste théorique dans l'administration et surtout elle ne progresse pas dans l'industrie et le commerce ainsi que d'une façon plus générale au sein du grand public.

Dans un domaine plus théorique, ce siècle a vu l'extension des coefficients de division et de multiplication applicables aux unités (respectivement à ce jour jusqu'à 10^{-24} - préfixe *yocto* - et 10^{24} - préfixe *yotta*). La dématérialisation du mètre, nécessitée par les besoins de la science (notamment pour les horloges et autres moyens de mesure embarqués dans les satellites) et permise par les progrès de la technique, est effective depuis 1960. Depuis 1983 le mètre est défini comme "*la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 492 458 de seconde*". A ce jour, le kilogramme reste (pour combien de temps ?) la seule unité fondamentale du SI dont la définition repose encore sur un étalon déposé à Sèvres.

Instruments de pesage : automatisation et concentration

A l'aube du XX^e siècle, les systèmes de pesage mécaniques modernes qui vont assurer pendant plus d'un demi-siècle la prospérité de l'industrie de la balancerie, sont déjà largement répandus (notamment les balances, bascules et ponts semi-automatiques) et ne vont pas beaucoup évoluer dans leur principe avant l'irruption de l'électronique dans le dernier tiers du siècle.

Les progrès de l'automatisation vont peu à peu entraîner la disparition des petits ateliers et même les dernières grandes maisons traditionnelles françaises (Trayvou, Testut, ...) seront incapables de résister à la concurrence étrangère et finiront par disparaître dans le dernier quart du siècle.

La consultation des catalogues d'instruments de pesage dans les années 1920 à 1930 permet de constater que beaucoup de modèles de marques différentes présentent des similitudes indiscutables, les vignettes étant parfois elles-mêmes absolument identiques jusque dans la signature de l'artiste qui les a dessinées et gravées : cela amène à penser que nombre de constructeurs proposaient à leurs clients une gamme complète de modèles en complétant leurs propres productions par celles de confrères spécialistes des domaines qu'eux-mêmes ne couvraient pas dans leurs fabrications.

Trois ou quatre décennies plus tard, cette variété de modèles dans les instruments les plus traditionnels a disparu des catalogues : ainsi Testut en 1965 n'offre plus qu'un seul modèle de type "*balance-pendule Béranger*" et également un seul de type "*bascule décimale*". Par contre les balances ou les bascules automatiques à cadran gradué occupent de nombreuses pages.

L'adjonction de l'électronique a finalement offert une revanche tardive à des systèmes autrefois tenus en suspicion par les instances de vérification, telle la balance Roberval (à ses débuts) ou même les pesons à ressort. Le principe de la plupart des modèles automatiques repose en effet sur la déformation d'un parallélogramme ou d'un ressort mais cette déformation peut dorénavant être très faible (ce qui supprime quasiment les défauts constatés sur les instruments anciens) puisqu'elle est amplifiée grâce à des jauges dites "de contrainte" puis mesurée électriquement.

Et les bons vieux poids, cylindriques à bouton en laiton ou hexagonaux en fonte, occupent de moins en moins de pages dans les catalogues (ainsi la maison Auguste Brouillaud – qui signait ses poids de la marque "A * B" bien connue – a fermé ses portes au cours de l'été 2001).

Ce chapitre historique se clôt donc fort logiquement à ce stade car il n'a pas pour but de répertorier les productions contemporaines dont ce site propose par ailleurs un très large éventail.

En guise de conclusion...

Le découpage en cinq époques adopté pour ce texte s'inscrit avant tout dans des repères chronologiques aisément identifiables mais qui ne sont pas obligatoirement ceux qui jalonnent l'histoire de la métrologie ni forcément les plus significatifs de l'Histoire tout court.

Ainsi certains lecteurs, férus du Moyen Age, jugeront peut-être réducteur d'avoir traité en un seul paragraphe une période aussi complexe et aussi longue (huit siècles voire même dix ...) alors que par ailleurs d'autres, versés dans la métrologie historique, pourront estimer qu'il aurait été plus judicieux (aussi bien sous l'angle des unités que de la technologie des instruments de pesage) de regrouper les faits qui s'inscrivent approximativement entre le milieu du XV^e siècle et le dernier quart du XVIII^e.

Avoir centré un chapitre sur le XIX^e siècle prête également à discussion :

- d'une part la saga du Système métrique et de sa genèse auraient pu, à bon droit, s'articuler sur un découpage en trois périodes (schématiquement de 1670 à 1789, puis de 1790 à 1839 et enfin de 1840 à nos jours) ;

- d'autre part l'histoire de l'évolution technologique des instruments de pesage se serait peut-être mieux accommodée de regrouper la deuxième moitié du XVIII^e siècle avec les deux ou trois premières décennies du XIX^e et le reste de ce siècle avec le XX^e.

Bref, comme toute étude succincte embrassant un domaine très vaste et une période qui ne l'est pas moins, ce survol comporte inévitablement une certaine part d'arbitraire dans le plan adopté.

*Le but visé ici reste avant tout de donner aux esprits curieux le désir d'en savoir plus sur l'histoire des poids et mesures et de la balancerie. Quelques textes satellites, également présentés sur ce site, peuvent les aider à approfondir divers aspects métrologiques ou techniques et les fiches qui leur sont adjointes permettent de visualiser un échantillon restreint mais significatif de poids et mesures ainsi que d'instruments de pesage. Enfin, la notice intitulée "**Pour aller plus loin**" devrait ouvrir un champ élargi à la curiosité de celles ou ceux qui souhaiteraient disposer d'autres sources d'information.*

Michel Heitzler, juin 2007
