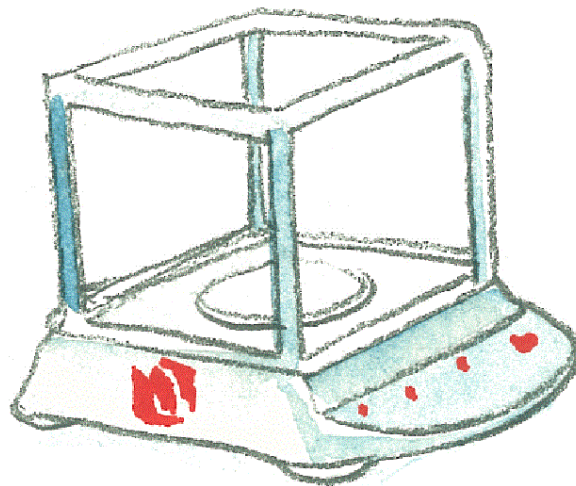


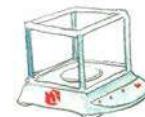


DOSSIER DECOUVERTE

La Balance

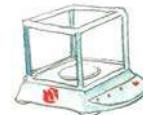
Etalonner, effectuer une mesure physique





SOMMAIRE

<u>Au fil de l'histoire.....</u>	<u>3</u>
<u>La balance, du principe à l'utilisation.....</u>	<u>6</u>
<u>La balance au service de la science.....</u>	<u>8</u>
<u>Glossaire.....</u>	<u>12</u>



Au fil de l’histoire

Comparer la masse de deux objets ou définir celle d'un objet par rapport à une référence est un besoin qui remonte à plusieurs millénaires avant notre ère. Au fil du temps et grâce aux progrès techniques, la balance s'est améliorée afin de répondre, en fonction des différents usages, aux besoins toujours plus importants en termes de reproductibilité, d'exactitude et de précision de la mesure.

Egypte ancienne : peser le métal

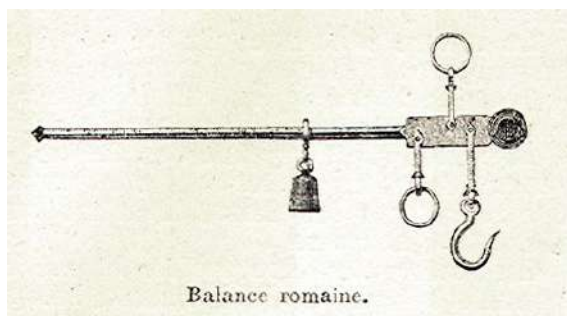
Sa première apparition remonterait au moins à cinq millénaires avant notre ère, durant l'Egypte ancienne. Les plus vieilles balances retrouvées sont des balances en pierre à bras égaux, ce qui a sans doute une origine anthropomorphique. La balance aurait été inventée pour mesurer les quantités relatives de petits fragments d'une matière très précieuse et très pesante comme le bronze, qui servait à faire des aiguilles, des pointes, des armes... La valeur réelle des objets résidait alors surtout dans la quantité de métal nécessaire à leur fabrication.



Représentation de la balance dans le livre des Morts pour juger l'âme du défunt. Crédit Google

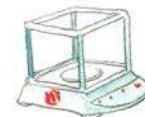
-200 avant J.-C. ou plus : réglementer les transactions commerciales

Les balances romaines auraient été inventées vers le deuxième siècle avant J.-C. en Campanie et les Romains l'ont désignée sous le nom de « statera ». La balance romaine se compose d'un fléau* divisé en deux parties inégales. A l'extrémité de la partie la plus courte se trouve un plateau sur lequel doit être posé l'objet à peser ou, à défaut, un crochet auquel cet objet sera suspendu. Des encoches divisent le bras le plus long du fléau* en parties égales. Un poids se déplace le long de ce bras au moyen d'un anneau, et à l'équilibre on peut lire sur l'encoche la masse de l'objet. Dans l'antiquité, les autorités administratives réglementèrent avec le plus grand soin la surveillance du pesage afin de s'assurer que les balances étaient justes et parfaites et soucieuses de l'équité de la transaction commerciale.



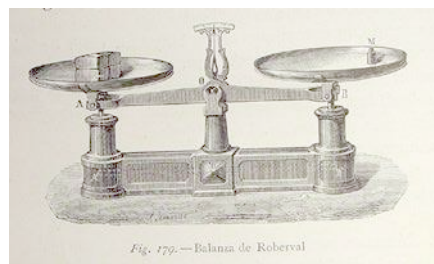
Balance romaine.

Balance romaine
Crédit Google



XVII^e siècle : la balance Roberval

Cette invention révolutionne le pesage avec l'idée de poser les plateaux au-dessus du fléau* et non plus en dessous. Cette balance aurait été inventée par le mathématicien Gilles Personne de Roberval (1602-1675). En France, la première trace officielle connue à ce jour d'une "balance anglaise", comme on les appelait à l'époque, se trouve dans le catalogue de l'exposition des produits de l'Industrie française de 1819, au Louvre. Cet instrument, très critiqué par les vérificateurs pour son manque de précision et de justesse, sera néanmoins très populaire sur les marchés et comme balances de ménage.



*Balance Roberval
Crédit Google*

XVIII^e siècle : affiner la précision pour les besoins de la science



Lavoisier perfectionne la balance et les principes de pesage. Il en généralise l'usage dans les laboratoires de chimie, après avoir conçu une balance sensible au milligramme : le trébuchet.

Trébuchet. Crédit : le Compendium.

XIX^e siècle : améliorer la stabilité de la Roberval

La balance Béranger est le premier système de balance à bras égaux à fléaux* composés qui pallie aux défauts de la balance Roberval, réduisant les forces latérales et les frottements. Le premier brevet a été délivré le 14 juillet 1845 au constructeur lyonnais Joseph Béranger. Bien que plus encombrante que la balance Roberval, la balance Béranger s'impose rapidement sur tous les comptoirs des commerçants jusqu'à la fin du XIX^e siècle, car elle est d'une grande stabilité.



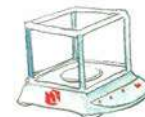
Balance Béranger. Crédit Google

Seconde moitié du XX^e siècle : la balance automatique



Dotée d'un cadran gradué, circulaire ou en forme d'éventail, la balance automatique indique désormais le poids par la position d'un repère mobile, sans avoir à déplacer de poids manuellement.

Balance automatique. Crédit Google



De nos jours : améliorer la précision

Les avantages de la balance électronique sont sans conteste une précision sans pareille comparée à celle des balances mécaniques. Il ne s'agit plus ici d'un système physique mais d'un capteur associé à un signal électrique, et dont la valeur s'affiche numériquement. Avec l'avènement de la balance électronique, il est possible d'associer des fonctions de calcul à celle du pesage, et de communiquer avec d'autres appareils. La balance la plus sensible au monde, créée en 2012 par des chercheurs de l'Institut Catalan de Nanotechnologie, permet de peser au yoctogramme* près.



Balance électronique. Crédit Google

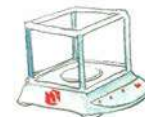
Informations complémentaires :

La balancerie à travers les âges

<http://bernard.thinsselin.free.fr/balance.html>

Histoire du pesage

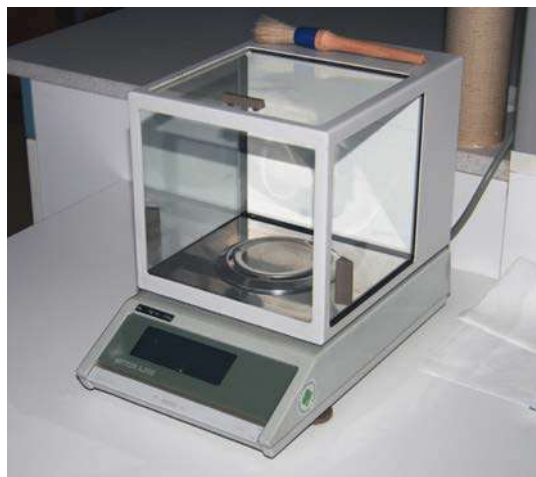
<http://www.direct-pesage.net/fr/04-docs/04-histoire-du-pesage.html>



La balance, du principe à l'utilisation

Le principe de la balance électronique

Un micro courant est envoyé dans une pièce métallique, le capteur, qui se déforme de quelques 100èmes de millimètre. La déformation empêchant le courant de passer normalement, la différence entre l'entrée et la sortie donne une valeur qui une fois traitée donne le poids. La balance électronique a l'avantage de pouvoir être interfacée avec d'autres appareils, tels que l'ordinateur par exemple.



*Balance électronique
Crédit Google*

Mode d'emploi et fonctionnalités

Calibrer

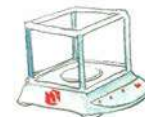
Il est nécessaire de calibrer la balance régulièrement afin d'avoir une pesée fiable à long terme. Cela se fait à l'aide de poids de calibrage. La méthode varie d'une balance à l'autre.

Tarer et peser

Le poids propre de n'importe quel récipient de pesage peut être soustrait afin qu'en réalisant les pesages suivants, le poids net de l'objet pesé soit indiqué. Ainsi, avant de déposer l'objet à peser dans le récipient de pesage, il est nécessaire de tarer soit de procéder à une remise à zéro.



*Tarer avant de peser
Crédit : Google*



A propos des limites et sources d'erreur

Limites de l'instrument

- La précision d'une balance est probablement le paramètre le plus important. Arrivés au yoctogramme* près en 2012, les scientifiques continuent à travailler pour repousser cette limite toujours plus loin.
- Certains échantillons peuvent avoir leur masse qui augmente avec le temps, par exemple s'ils absorbent l'humidité de l'air ambiant, ou au contraire, qui diminue s'il s'agit d'un composé volatil*. Il faut alors être rapide dans la manipulation et la pesée.

L'importance de la précision.

Crédit Google



Sources d'erreur

Lorsque l'on utilise une balance mécanique, la source d'erreur principale provient de la lecture de la mesure par l'utilisateur. Grâce à leur affichage numérique, les balances électroniques ne posent plus ce type de problèmes.

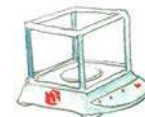
La balance dans nos vies

Nous sommes tous confrontés à la mesure de la masse pour cuisiner, se peser ou envoyer des colis...

Informations complémentaires :

La jauge de contrainte et les balances électroniques

<http://www.larecherche.fr/savoirs/autre/peser-pliant-01-02-2005-89218>



La balance au service de la Science

La balance électronique est utilisée dans la plupart des secteurs professionnels : en agroalimentaire, dans l'industrie, en médecine mais aussi dans les laboratoires de recherche. Par exemple, en physique, la spectrométrie de masse est une technique permettant d'identifier les molécules par mesure de leur masse.

Ne pas confondre : le poids et la masse

La masse d'un objet, dont l'unité est le kilogramme (kg), mesure la quantité de matière contenue dans cet objet, c'est à dire la masse des particules qui constituent cet objet. La masse sera la même quel que soit l'endroit où se trouve l'objet dans l'univers. Le poids mesure, lui, la force d'attraction qu'exerce un astre sur un objet, ce qui signifie que le poids d'un objet varie dans l'univers et dépend de l'astre où il se trouve. L'unité de poids est le Newton (N). Les balances indiquent la masse d'un individu et non pas son poids. Par contre, elles utilisent le poids qu'exerce la personne sur les capteurs pour en déduire la masse, en tenant compte de la gravité terrestre. Cette conversion est donc valable uniquement sur notre planète.

La balance et TARA

Préparation de solutions à bord de Tara

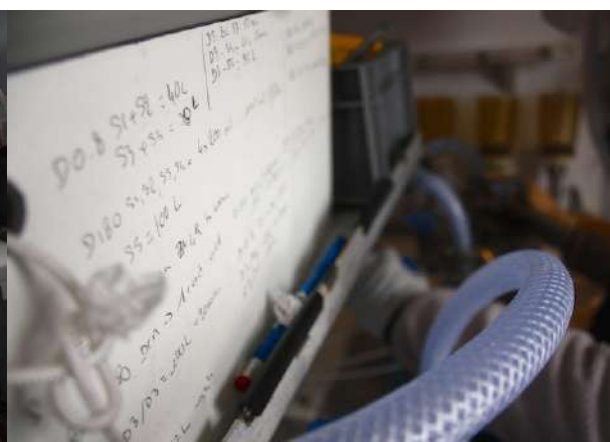
Pendant les expéditions Tara Oceans et Tara Polar Circle, les scientifiques ont procédé à différents dosages à partir d'échantillons d'eau de mer, les taux de mélange et la nature des autres composants dépendant de ce que l'on veut analyser par la suite. Par exemple, pour la culture de bactéries, le protocole était de verser 1ml d'eau de mer dans 3 tubes de contenance 2 ml; auxquels 70 µl de DMSO sont ajoutés, un produit chimique qui permet la conservation à basse température. La concentration finale en DMSO atteinte était de 7%.



La goélette Tara
Crédit : Y.Chavance



Diana Ruiz Pino révisé les protocoles de la station. Crédit : A.Deniaud



Entre les pompes et les tuyaux du laboratoire humide, une fiche rappelle le protocole précis des manipulations. Crédit : Y.Chavance

Peser le plancton

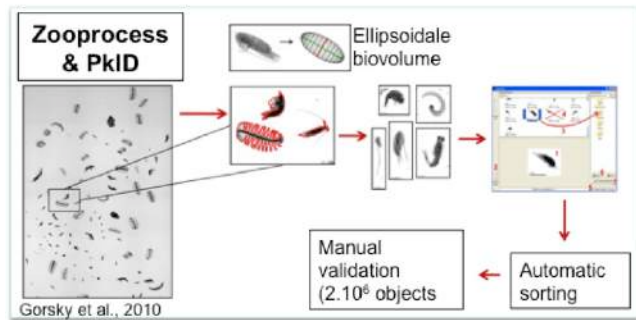
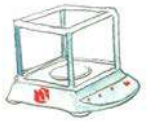
L'analyse des échantillons de plancton est effectuée à l'aide du zooscan, un système conçu par l'équipe de Gaby Gorsky au laboratoire de Villefranche-sur-Mer. Cet appareil scanne le plancton récolté et fournit une image numérique de haute résolution. Ainsi numérisés, les échantillons liquides sont ensuite traités pour détecter, quantifier, mesurer, et identifier les organismes planctoniques. A l'aide des mesures précises des dimensions des organismes (grande et petite longueur) et de leur forme géométrique, le zooscan est capable d'estimer leur volume et par extension leur masse.

Au cœur de l'action

Été 2013 : La goélette Tara se trouve quelque part en mer de Barents, dans l'Océan Arctique. Elle y mène l'expédition Tara Polar Circle qui a pour objectifs d'étudier le plancton dans cette région du monde. Dans le laboratoire humide, Céline Dimier, scientifique, inscrit les dosages effectués.



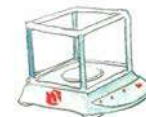
Crédit : S.Janusiewicz



En haut à droite : Le zooscan. Crédit : P.Bourgain

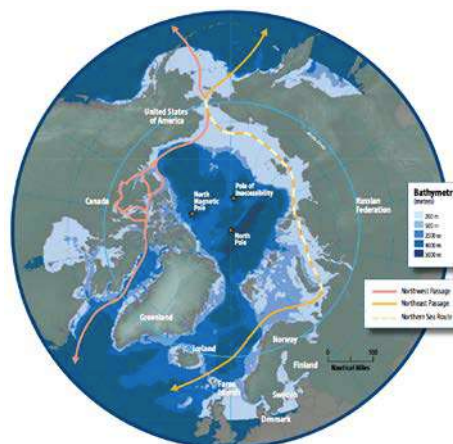
En bas à droite : Méthode du zooscan. Crédit : G.Gorsky et al., 2010

A gauche : Images de plancton produites par le zooscan. Crédit : L.Stemman.



Peser la goélette

Dans le cadre de l'expédition Tara Polar Circle qui s'est déroulée l'été 2013, la goélette devait passer par le passage du Nord-Est afin d'être en mesure d'échantillonner le plancton sur l'ensemble du pourtour de l'Océan Arctique. Le passage du Nord-Est est une zone territoriale russe. Afin de pouvoir y passer, tout navire doit s'acquitter d'un prix en fonction de son déplacement, c'est-à-dire son poids, qui est de l'ordre de 6\$ la tonne. Tara ne pesait pas bien lourd avec ses 140 tonnes contre les cargos de 50 000 tonnes beaucoup plus lucratifs pour les Russes !



En haut à droite : Le passage du Nord-Est et le passage du Nord-Ouest Crédit : Google
En bas à droite : Tara dans les glaces arctiques russes. Crédit : A.Deniaud
A gauche : Le trajet de l'expédition Polar Circle, en 2013. Crédit : Tara Expéditions

Informations complémentaires :

Le Zooscan et le calcul de biomasse

http://l.stemann.free.fr/LarsStemann/Publication/Entrees/2015/4/17_Peer_reviewed_articles_files/Gorsky2010.pdf



Glossaire

Fléaux : structures qui portent les échelles de graduation et où les curseurs se déplacent.

Volatile : qui s'évapore facilement

Yoctogramme : unité de mesure de masse valant 10^{-24} gramme soit 10^{-27} kilogramme, et dont le symbole est yg.

