



HAL
open science

Détermination des constantes géométriques d'une balance de coton

A. Bonhoure

► **To cite this version:**

A. Bonhoure. Détermination des constantes géométriques d'une balance de coton. J. Phys. Radium, 1935, 6 (4), pp.175-178. 10.1051/jphysrad:0193500604017500 . jpa-00233316

HAL Id: jpa-00233316

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00233316>

Submitted on 1 Jan 1935

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DÉTERMINATION DES CONSTANTES GÉOMÉTRIQUES D'UNE BALANCE DE COTTON

Par A. BONHOURE.

(Bureau international des Poids et mesures).

Sommaire. — J'indique dans cet article comment ont été effectuées les différentes mesures destinées à déterminer les constantes de la balance de Cotton qui a servi aux mesures de MM. G. Dupouy et R. Jouaust. On trouvera ci-dessous la valeur des différents éléments géométriques de la balance : largeur de l'arc, épaisseur des conducteurs, longueur des bras du fléau.

Le fléau de la balance qui a servi aux expériences faisant l'objet du mémoire de MM. G. Dupouy et R. Jouaust⁽¹⁾ est représenté par la figure 1. Les longueurs qui ont été mesurées sont :

- 1° La largeur de l'arc dans la région s'étendant de l'élément de courant AB jusqu'à 40 mm de celui-ci;
- 2° L'épaisseur des conducteurs BC et AD dans la même région de l'arc ;

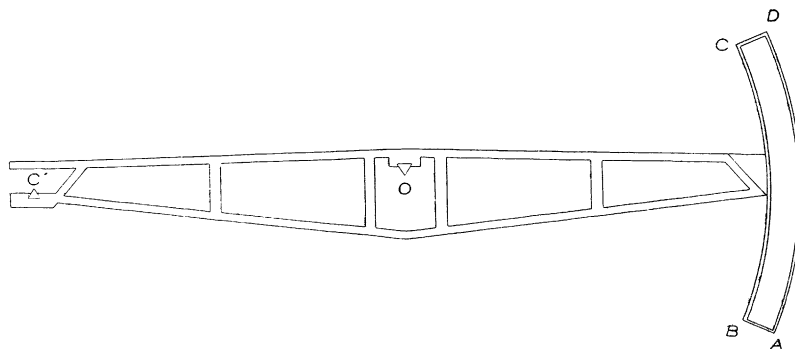


Fig. 1. — Fléau de la balance.

- 3° La distance des arêtes des deux couteaux O et C' ;
- 4° La distance OB du couteau central au bord intérieur de l'arc.

1. Largeur de l'arc. — La largeur de l'arc a été déterminée à l'aide de la machine à mesurer du Bureau international par comparaison avec une broche à bouts sphériques de 20 mm de longueur, de valeur connue.

Cette machine à mesurer comporte essentiellement deux palpeurs à bouts plans dont les extrémités sont des cercles de 5 mm de diamètre. Ils exercent sur la pièce qu'ils ensèrent un effort de 1 100 g environ.

Dans ces mesures, l'arc, qui avait été séparé du fléau, reposait sur un trépied à vis qui permettait de régler facilement son inclinaison afin que son bord convexe soit bien tangent au plan terminal de l'un des palpeurs. Entre le bord concave de l'arc et l'autre palpeur muni d'une cuiller ayant la forme d'un demi-cylindre de 12 mm de diamètre intérieur, on avait intercalé une bille d'acier de ce même diamètre, afin que le contact avec l'arc s'effectue bien suivant l'axe des palpeurs (fig. 2).

⁽¹⁾ Sur la mesure absolue des champs magnétiques et la détermination de l'ampère en valeur absolue. *J. de Physique*, mars 1933.

Une expérience indépendante avait permis, au préalable, de s'assurer que l'alignement de cette bille et de la broche à bouts sphériques était satisfaisant et qu'il n'introduisait pas d'erreur appréciable dans les mesures.

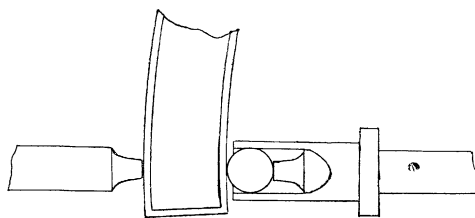


Fig. 2. — Mesure de la largeur de l'arc.

L'effort que les palpeurs exercent sur la broche ou sur l'arc produit certainement sur ces pièces des déformations différentes, qu'il est impossible de calculer exactement en raison surtout de la façon dont s'établit le contact entre l'un des palpeurs plans et le bord de l'arc. Pourtant on a pu s'assurer que l'incertitude qui en résulte est probablement inférieure à 1%.

La largeur de l'arc a été déterminée à différentes distances de la base et, en particulier, les mesures ont

été multipliées dans la région où le champ dans lequel il se trouve placé cesse d'être uniforme. Voici les résultats qui ont été obtenus.

DISTANCE A PARTIR DE LA BASE DE L'ARC	LARGEUR TOTALE DE L'ARC à 16°
2 mm	21 498 ^μ ± 3 ^μ
10	21 495
15	21 494
18	21 493
22,5	21 495
25	21 495
27,5	21 500
30	21 503
40	21 518

Ces mesures ont été prolongées, à Bellevue, jusqu'à l'élément supérieur de l'arc, mais en utilisant simplement un bon palmer Johansson.

2. Épaisseur des conducteurs. — Les deux conducteurs de l'arc sont maintenus à distance invariable par une lame de verre sur laquelle ils sont fortement serrés. L'épaisseur de chacun d'eux a été mesurée de part et d'autre de cette lame et presque toujours dans des régions où la largeur de l'arc avait été déterminée. La machine à mesurer qui a servi aussi à ces mesures avait été pourvue d'un palpeur spécial P, représenté sur la figure 3, et dont la forme était adaptée au profil de l'arc qui est figuré par la partie hachurée. Les surfaces de contact des palpeurs avaient été rendues parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe de la machine par un rodage effectué suivant la méthode habituelle.

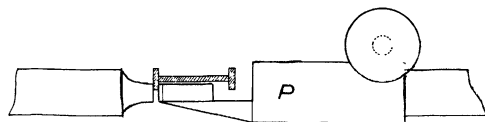


Fig. 3. — Mesure de l'épaisseur des conducteurs.

Le tableau ci-dessous contient les résultats de ces mesures :

DISTANCE A PARTIR DE LA BASE DE L'ARC	EPAISSEUR DU CONDUCTEUR FORMANT L'ARC DE PLUS GRAND RAYON, à 18°	EPAISSEUR DU CONDUCTEUR FORMANT L'ARC DE PLUS PETIT RAYON, à 18°
10 mm	1 384 ^μ ± 3 ^μ	1 311 ^μ ± 3 ^μ
15	1 384	1 310
20	1 373	1 295
22,5	1 376	1 296
25	1 377	1 299
27,5	1 379	1 301
30	1 381	1 304
40	1 381	1 305

3. Distance des arêtes des deux couteaux. — Les couteaux présentant leur arête, l'un vers le haut, l'autre vers le bas, il n'était pas possible de déterminer leur distance par rapport à un étalon connu en visant alternativement avec les microscopes d'un comparateur. On a tourné cette difficulté en divisant cette distance en deux intervalles par un fil d'araignée tendu parallèlement aux arêtes des deux couteaux, sur un support approprié qui était fixé solidement au fléau par deux vis de serrage. On pouvait ainsi, dans des opérations séparées, viser l'arête de l'un des couteaux et le fil commun aux deux intervalles.

On a procédé d'abord au réglage du parallélisme des arêtes des couteaux et du fil d'araignée à l'aide d'une lunette placée dans le prolongement du fléau; l'objectif de cette lunette avait été fortement diaphragmé afin qu'on puisse voir simultanément et bien au point, les arêtes des couteaux et le fil qui devaient se confondre. Dans une direction perpendiculaire on a utilisé des gabarits constitués par des tiges métalliques comportant près d'une extrémité une encoche s'emboîtant sur l'arête du grand couteau, l'autre extrémité fixant la position du petit couteau ou du fil de chaque côté du fléau; ce dernier réglage se trouvait d'ailleurs vérifié par les mesures elles-mêmes.

Lorsque le parallélisme a paru satisfaisant, on a comparé par déplacement longitudinal chacun des intervalles précédemment définis, aux deux étalons connus 1 R et 2 R appartenant au Bureau. Ces étalons de 20 cm de longueur, divisés en millimètres, mais dont on n'utilisait chaque fois qu'une partie de l'échelle, étaient placés parallèlement sur un trépied réglable, à une petite distance l'un de l'autre, et dans le prolongement du fléau (fig. 4).

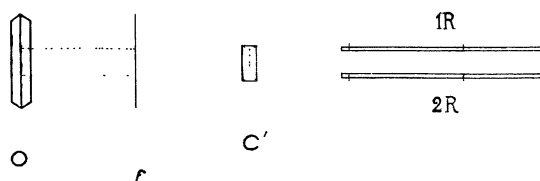


Fig. 4. — Mesure de la distance des couteaux (intervalle O f).

Pour faciliter les observations et pour indiquer la région de l'arête qui devait être pointée, on avait fixé sur les couteaux, de part et d'autre du fléau et à égale distance, d'étroites bandes de papier d'étain qui ne modifiaient nullement l'aspect des arêtes ainsi qu'on s'en est assuré en observant au microscope leur parfaite continuité.

Voici le résultat obtenu en prenant la moyenne des deux séries de mesures qui ont été faites au comparateur universel :

Distance O C' : 250 127^μ ± 5^μ à 16°,0

4. Distance de l'arête du couteau central au bord intérieur de l'arc. — Vérification du cen-

trage et de l'orientation de l'arc. — Avant les mesures qui suivent, M. Dupouy a réglé la balance de telle sorte : 1° que l'arc oscille dans un plan qui est perpendiculaire à l'arête du couteau central; 2° que les deux conducteurs BC et AD aient comme centre commun le point 0 (fig. 1).

Pour cela on vise d'abord l'arc par la tranche au moyen d'un petit microscope (grossissement 20) muni d'un micromètre oculaire. On libère l'arc des butées qui, en temps normal, limitent sa course et on le fait osciller en repérant, dans différentes positions, les

déplacements de l'image sur le micromètre. On peut aisément contrôler des déplacements de 0,01 mm et l'arc a été réglé de telle sorte que l'on n'observe pas des écarts supérieurs à quelques centièmes de millimètre.

Le centrage de l'arc a été réalisé de la même manière et avec une précision du même ordre.

Mesure de la distance. — On a utilisé pour la mesure de la distance de l'arête du couteau central au bord intérieur de l'arc un calibre d'une forme particulière que reproduit la figure 5. Une broche en acier à

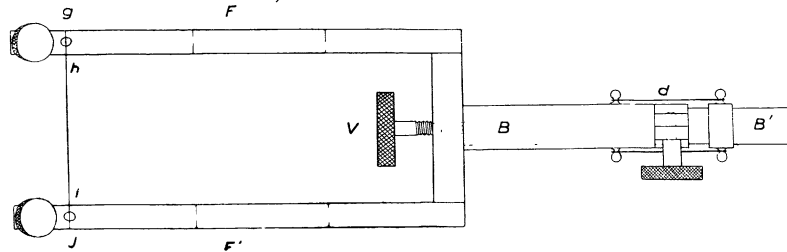


Fig. 5. — Calibre pour mesurer la distance du couteau central au bord intérieur de l'arc.

bouts sphériques BB' est engagée dans un tube, et constamment appliquée sur une vis V par des bagues en caoutchouc *d*. Les deux branches F et F' sont munies à leur extrémité d'une vis de réglage près de laquelle un trou a été percé. Sur le bord de ces trous, et vers l'extérieur du calibre, on a tracé un sillon perpendiculaire aux branches de la fourche; il marque la place des fils

qu'on tend au-dessus des trous. On a utilisé successivement pour cet usage, avec la même commodité, des fils d'araignée et des fils de verre et de quartz, puis des fils de soie, plus résistants, mais d'un diamètre un peu fort et moins régulier. La figure 6 représente le fléau et le calibre disposés pour une mesure, après que la longueur de celui-ci a été ajustée et déterminée.

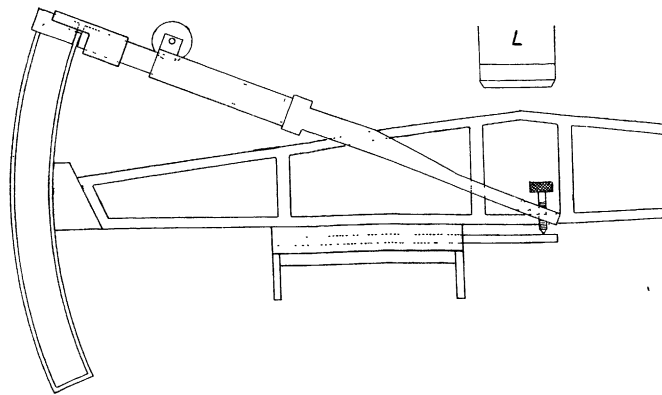


Fig. 6. — Mesure de la distance du couteau central au bord intérieur de l'arc.

L'extrémité libre de la broche est maintenue en contact avec l'élément de courant par une bague en caoutchouc non représentée sur la figure; les fils se placent de part et d'autre du couteau, sensiblement dans le prolongement de l'arête. Le banc du comparateur sur lequel repose tout l'ensemble, pouvant être animé d'un mouvement parallèle au couteau et rectiligne, on observe alors dans un microscope à micromètre L les différences, très petites, des positions des fils par rapport à l'arête du couteau. La moyenne de

ces différences, ajoutée à la valeur du calibre, donne la distance cherchée.

Le calibre est mesuré dans une opération distincte, dont le schéma est représenté par la figure 7. Un fil ayant été fixé, sous tension, en quatre points *g, h, i, j*, (fig. 5) on vérifiait qu'il était resté bien rectiligne sur toute sa longueur, à l'aide de la machine à diviser du Bureau dont le déplacement du banc avait été rectifié récemment. Pour cela, le calibre étant placé sur le banc, on amenait le fil dans une position approxima-

tivement parallèle au déplacement et on le pointait successivement au-dessus des trous et dans la région centrale, avec un microscope fixe muni d'un micromètre dont la tare était connue. Lorsqu'un léger défaut d'alignement a été constaté, on a appliqué la correction nécessaire, déterminée par cette expérience, à la valeur du calibre. La petite broche *b* (fig. 7) porte un trait en son centre, au fond de l'entaille; elle est supportée et guidée par une cuiller chaussée sur la broche B et elle est appliquée contre celle-ci par le poids P d'une centaine de grammes. Par simple déplacement longitu-

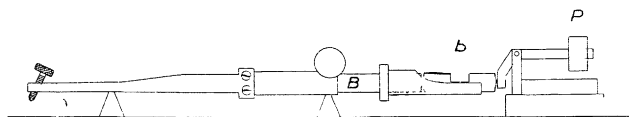


Fig. 7. — Détermination de la longueur du calibre ayant servi à la mesure de la distance du couteau central au bord intérieur de l'arc.

dinal il est donc possible de déterminer la valeur du calibre et de la demi broche, par comparaison avec une échelle connue. On fait une seconde série d'observations, où la broche est retournée bout pour bout, et comme sa longueur totale est bien connue, on déduit la valeur du calibre de ces deux expériences. La portion de fil comprise entre les deux branches de la fourche est alors supprimée et l'on procède à la détermination principale qui a été indiquée précédemment.

Un premier groupe de cinq séries de mesures a conduit au résultat moyen suivant :

$$239\,600^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{ à } 16^{\circ},0.$$

Après que la liaison entre l'arc et le fléau eût été renforcée, on a procédé à deux nouvelles séries de mesures qui ont donné, par leur moyenne, la longueur indiquée ci-dessous :

$$239\,429^{\circ} \text{ à } 16^{\circ},8.$$

Dans ces dernières expériences on a équilibré en partie le poids du calibre afin de réduire l'effort qu'il exerce sur l'arc au cours de la mesure principale. Cette modification et les quelques améliorations de détail qu'on a apportées à la préparation des mesures, donnent probablement à ce résultat une précision plus grande.

Cette étude a montré qu'on pourrait faciliter la détermination de la distance du couteau central au bord intérieur de l'arc, et par conséquent améliorer sensiblement la précision du résultat, si l'élément de courant et les couteaux étaient dans le même alignement. Il y aurait aussi le plus grand avantage à effectuer les mesures de la largeur de l'arc et de l'épaisseur des conducteurs sous un effort moindre des palpeurs, afin de diminuer les déformations des surfaces en contact sur lesquelles il reste toujours une petite incertitude. Dans l'ensemble pourtant, la qualité des instruments employés pour ces déterminations permet de penser qu'on a atteint une précision élevée.