
COURS

DE STÉRÉOMÉTRIE

APPLIQUÉE AU JAUGEAGE

PREMIERE SECTION.

Exposition des principes géométriques sur lesquels repose l'art du Jaugeage, assujéti au système métrique.

LE JAUGEAGE est une partie de la géométrie-pratique qui dépend de la stéréométrie (ou mesure des corps solides), et par conséquent une opération qui consiste à réduire à une unité de mesure cubique connue, la capacité inconnue de toutes sortes de vaisseaux; cette unité de mesure est fixée dans toute l'étendue de l'empire français à un décimetre cube, qu'on appelle *litre*.

L'art du jaugeage a été exercé jusqu'ici de diverses manieres. Chaque pays, chaque ville même a une méthode particuliere de jauger: ces méthodes different les unes des autres par plus ou moins de précision; elles sont en outre enveloppées d'un voile en quelque sorte impénétrable, et ne sont révélées qu'avec une espece de mystere à ceux qui doivent remplacer les anciens jaugeurs. Enfin cet art est resté jusqu'ici un secret pour les commerçants et pour les consomma-

teurs, quelque intérêt qu'ils aient eu les uns et les autres, de le connaître.

Tous les auteurs qui se sont occupés du jaugeage, ont différé entre eux d'opinions, à raison de la variété des courbures qu'ils supposaient aux douves des tonneaux.

Les uns ont pensé qu'il fallait réduire la figure du tonneau à deux cônes tronqués assemblés base à base; mais ils se trompaient, parce qu'il faudrait pour cela que les douves formassent un angle saillant au cercle du bondon, et qu'elles n'eussent aucune courbure dans leur longueur, ce qui ne se trouve et ne saurait même avoir lieu dans aucun tonneau.

D'autres ont cru que la courbure des tonneaux était *elliptique*; mais les tonneliers, quoiqu'ils ne soient dirigés par aucuns principes géométriques, n'ignorent pas que, s'ils donnaient aux douves une courbure elliptique, la construction du tonneau ne serait pas assez solide.

En effet, pour la solidité du tonneau, il faut que les cerceaux le serrent fortement et qu'il ne soit pas facile de les en détacher; donc, il faut que là où le cerceau a beaucoup d'espace à parcourir pour arriver au point où il doit serrer les douves, la courbure y soit moindre et approche plus du parallélisme avec l'axe du tonneau; et que là où il a moins de chemin à faire pour arriver au point où il doit serrer les douves, la courbure y soit plus grande à proportion; mais il faut aussi qu'elle n'y soit pas assez grande pour faciliter le détachement du cerceau, par les divers roulements auxquels le tonneau est exposé dans les transports. C'est la seule figure parabolique des douves qui donne ce parallélisme auprès de la bonde, et la courbure auprès des fonds, qui suffit pour rendre le roulement du tonneau plus facile, et moins nuisible à sa solidité.

L'inclinaison des douves dans les tonneaux de nouvelle construction, est suffisamment proportionnée pour serrer fortement et également les cerceaux ; mais lorsque les tonneaux sont vides, et qu'on les fait sécher (en attendant les vendanges) pour éviter le mauvais goût de moisissure qu'ils pourraient contracter en restant dans les caves, les douves en se desséchant se rétrécissent, et lorsque, disposé à s'en servir de nouveau, on les fait rebattre, alors les douves s'inclinent plus vers la tête ; cette inclinaison rend la figure des tonneaux elliptique, et beaucoup plus grande qu'elle ne devrait l'être pour leur solidité, ce qui fait que le tonneau diminue de contenance (1), et que plus il est rebattu, plus il est exposé à couler. Aussi les marchands de Paris n'achètent-ils leurs vins que dans des tonneaux nouvellement construits, et les revendent-ils, quand ils sont vides, soit aux amidonniers, soit aux brasseurs, soit à des marchands des cantons qui avoisinent la Seine, et qui les destinent à de nouvelles constructions.

La solidité des tonneaux n'admet donc point la figure elliptique, ni même toute autre figure dont les diamètres sont notablement inégaux. L'expérience faite par le dépotement prouve que la capacité d'un tonneau est celle d'un tonneau *parabolique*, en sorte que je me crois dispensé d'entrer dans les détails des autres figures que divers auteurs ont imaginées.

Pour que l'impôt établi sur les boissons (impôt qui

(1) Lorsqu'il s'agit de constater la capacité des tonneaux, et qu'on en trouve qui sont rebattus, ou dont les fonds sont rentrants, ou saillants, on évalue par approximation le déchet ou l'augmentation que peuvent produire les imperfections inévitables de la construction des tonneaux, c'est-à-dire, que l'on doit diminuer ou augmenter les évaluations données par la jauge.

forme une partie des plus importantes des revenus publics) puisse être proportionnel, et à l'abri de toute évaluation arbitraire; pour éviter les contestations qui naissent entre les commerçants et les consommateurs; et enfin, pour faciliter de plus en plus la connaissance des mesures nouvelles, il est indispensable d'établir une méthode de jauger simple, facile, expéditive, et dont l'usage soit également à la portée des négociants et des consommateurs.

Les conditions auxquelles on doit exiger qu'une méthode de jauger satisfasse, sont,

1° Que cette méthode donne, pour les différentes especes de tonneaux usités dans le commerce, une mesure de leur contenance suffisamment exacte, en n'employant qu'un même instrument construit d'après la même formule de calcul;

2° Que cet instrument soit assujéti au système métrique, et aux principes mathématiques adoptés dans l'instruction sur le jaugeage, publiée par ordre du Gouvernement, lesquels consistent à considérer la courbure du tonneau comme un arc de cercle, ou un arc de parabole, dont le sommet répondrait au cercle du bouge;

3° Que les divisions placées sur cet instrument, donnent des résultats tout faits, et calculés sur cette hypothese, que, pour avoir le diametre moyen d'un tonneau, il faut prendre les deux tiers du diametre du bouge, plus, un tiers du diametre des fonds, afin qu'on ne soit jamais autorisé à rien ajouter arbitrairement à la mesure que la jauge donne immédiatement, et pour qu'on puisse être dispensé, dans certains cas, d'ouvrir la bonde du tonneau;

4° Que la méthode soit assez simple pour que les négociants, les consommateurs, et toutes les personnes intéressées puissent être à portée de voir par elles-mêmes si elles ont été lésées ou non.

La méthode que j'ai l'honneur de présenter au public, remplit non-seulement toutes ces conditions, mais elle offre encore d'autres avantages. D'abord, elle a toute la précision que les savants ont invoquée; de plus, elle procure par la célérité de ses opérations la faculté de ne pas faire attendre les contribuables, et le moyen de pouvoir en apprendre l'usage en quelques heures de temps.

Il est d'autant plus nécessaire d'apprendre l'usage des méthodes qui font partie de ce travail, que l'on aura toujours des vaisseaux d'un volume plus ou moins considérable à jaugeer.

La question de savoir si les tonneaux pouvaient être assimilés aux mesures de capacité, a été examinée avec beaucoup d'attention. Il a été reconnu qu'il y aurait de grands inconvénients à les assujétir indéfiniment à des dimensions uniformes; que les difficultés que l'on éprouverait seraient telles, que l'on aurait beaucoup de peine à y réussir, et enfin, que peut-être les intérêts du commerce exigeaient qu'on laissât subsister les usages anciens des différents pays, ce qui a déterminé à prendre le parti de considérer les tonneaux comme de simples mesures de confiance (1). Il est encore plusieurs autres raisons qui sont aussi déterminantes; d'abord, les localités, et les usages où l'on est de couper les bois de merrain à une hauteur propre à tirer le meilleur parti des chênes; ensuite, l'économie qui résulte de faire resservir les douves à de nouvelles constructions, après avoir été resserrées pendant deux ou trois années, (ce qui expose les tonneaux à

(1) Cet article est extrait de la circulaire de son Excellence le ministre de l'intérieur, aux préfets des départements, du 2 frimaire an XI.

diminuer de contenance). De plus, les différentes qualités des vins nécessitent aussi la différence des futailles; les vins de liqueurs, tels que les muscats de Rivesaltes, les Macabeu, les Malvoisie, les Malaga, Alicante, et autres vins fins, se transportent dans des barils, des sixains, des tiercerolles, enfin dans des demi-pieces. Les vins connus sous le nom de Roussillon, tels que ceux de Daunis, Argellés, Baixas, Salces; les vins connus sous le nom d'Auvergne, et autres vins, se transportent dans des tonneaux plus ou moins gros et de diverses contenance. Le besoin de connaître leur capacité, exige donc impérieusement l'usage d'une méthode simple et facile à saisir, pour s'assurer des quantités de liqueurs qui font l'objet des conventions commerciales.

Les divisions dont sont composés les instruments construits d'après la méthode que je vais exposer, donnent des résultats tout faits, c'est-à-dire, que par leur moyen, on est dispensé de faire aucun calcul, et qu'en apportant les précautions convenables dans le mesurage des dimensions des vaisseaux avec ces instruments, on ne se trompera pas de plus d'un pour cent sur la contenance totale de chaque piece, degré de précision qui doit être regardé comme suffisant dans la pratique.

CONSTRUCTION

DU BATON CYLINDRIMÉTRIQUE,

OU JAUGE UNIVERSELLE,

Simple, exacte et applicable à toutes sortes de futailles ainsi qu'aux mesures usuelles des pays étrangers.

LA méthode de jaugeage que je présente au public, a obtenu l'approbation de son Excellence le ministre de l'intérieur (1), et les suffrages de l'athénée des arts.

Cette méthode s'exerce au moyen d'un instrument qui est d'une construction très-simple, et d'un usage aussi facile qu'expéditif.

Cet instrument, qui s'appelle *jauge* et qu'on pourrait aussi appeler *bâton cylindrimétrique*, consiste dans une règle ou tringle (fig. 1^{ere}), sur laquelle sont mar-

(1) Copie de la lettre de son Excellence le ministre de l'intérieur, du 4 prairial an XI, au citoyen Bazaine, contrôleur jaugeur de l'octroi de bienfaisance de Paris.

« J'ai reçu, citoyen, votre lettre du 22 floréal dernier, et je me suis fait rendre compte de l'instrument de jaugeage qui en est l'objet. Il paraît que cet instrument, construit d'après les principes que vous avez indiqués dans votre ouvrage sur cette matière, et conforme d'ailleurs à ceux qui sont expliqués dans l'instruction publiée par mes ordres, peut devenir d'un usage très-commode, d'autant plus qu'il peut, au besoin, être remplacé par un simple *metre*, et qu'à l'aide d'une table des diamètres, telle que celle que vous avez jointe à votre lettre, on

quées, d'un côté, la série des diamètres des cercles, dont les surfaces sont entre elles comme un est à deux, est à trois, est à quatre, etc. ; et de l'autre côté, une suite de distances égales entre elles, et à la hauteur d'un décimètre que j'ai pris pour unité de cette suite.

Ce bâton donne l'expression ou la valeur de la solidité d'une série de cylindres de même hauteur, et offre le moyen d'évaluer des cylindres qui auraient plusieurs fois la hauteur commune, ou fondamentale d'un décimètre.

Les divisions de cette jauge donnent donc des litres, puisque le cylindre que j'ai choisi pour terme de comparaison, ayant pour diamètre 112 ; 85 millimètres, qui produisent en surface un décimètre carré, et pour hauteur un décimètre, équivaut à un décimètre cube, lequel n'est autre chose que le litre.

Chaque hauteur étant divisée en dixièmes, et portée de une en deux, de deux en trois, de trois en quatre, etc., sur la face que j'appelle *le côté des hauteurs* ; il résulte que ce côté renferme les divisions décimales du metre, et peut servir aussi pour l'évaluation des objets de forme cubique ; sur l'autre face, que j'appelle *le côté des bases*, est marquée,

« peut, sans une longue étude, apprécier avec beaucoup d'exactitude, la contenance de toutes sortes de futailles.

« Les jauges ordinaires, et particulièrement celle que vous avez construite vous-même, ont peut-être quelque avantage, en ce qu'elles donnent les produits tout faits ; au lieu que votre instrument exige une multiplication de deux et trois chiffres, par deux et trois chiffres ; mais c'est à l'expérience à faire connaître si, dans la pratique, ce léger inconvénient n'est pas utilement balancé par la suppression de tous ces signes différents que portent les jauges, et dont la connaissance exige une longue étude. »

« Je vous salue.

Signé CHAPTAL. »

avec une grande précision la série des diamètres des cercles, dont les surfaces croissent comme 1, 2, 3, 4, etc.

Maintenant, quels sont les diamètres à prendre pour avoir des cercles dont les surfaces croissent comme 1, 2, 3, 4, etc. ? c'est ce que je vais expliquer arithmétiquement.

Quoique la géométrie, en démontrant les propriétés du triangle rectangle, enseigne que le carré fait sur son grand côté (son hypoténuse) est égal à la somme des carrés faits sur les deux autres côtés, et qu'il en est de même des cylindres qui ont la même hauteur, comme aussi de tous les autres corps réguliers et semblables; cependant il résulte que en raison de leur incommensurabilité mécanique (si je puis m'exprimer ainsi), on doit employer le calcul arithmétique pour avoir les séries des hypoténuses des différents triangles rectangles, plutôt que de les chercher mécaniquement avec le compas.

Les diamètres ci-après, donnant ce que l'on desire, c'est-à-dire, le nombre de millimètres que doit atteindre chaque division, marquée sur le côté des bases de la jauge; si l'on formait des cercles sur eux, on aurait des surfaces qui seraient entre elles comme 1, 2, 3, etc.

Construction de la jauge, ou table de diametres (1).

Nombres ou Divisions.	Diametres des cylindres.	Nombres ou Divisions.	Diametres des cylindres.	Nombres ou Divisions.	Diametres des cylindres.
	mil.		mil.		mil.
1	112; 85	41	722; 50	81	1015.
2	160.	42	731; 20	82	1021; 20
3	195; 50	43	740.	83	1027; 40
4	225; 75	44	748; 60	84	1033; 60
5	252; 80	45	757.	85	1039; 80
6	276; 60	46	765; 30	86	1046.
7	299.	47	773; 60	87	1052; 20
8	320.	48	781; 80	88	1058; 30
9	338; 70	49	790.	89	1064; 40
10	357.	50	798.	90	1070; 40
11	374; 30	51	805; 90	91	1076; 40
12	391.	52	813; 70	92	1082; 30
13	407.	53	821; 50	93	1088; 20
14	422; 20	54	829; 20	94	1094.
15	437.	55	837.	95	1099; 80
16	451; 50	56	844; 60	96	1105; 50
17	465; 30	57	852.	97	1111; 20
18	479.	58	859; 40	98	1116; 90
19	492.	59	866; 80	99	1122; 50
20	504; 80	60	874.	100	1128; 10
21	517; 30	61	881; 20	101	1133; 70
22	529; 30	62	888; 40	102	1139; 30
23	541; 20	63	895; 60	103	1144; 90
24	552; 90	64	902; 70	104	1150; 50
25	564; 40	65	909; 60	105	1156; 10
26	575; 60	66	916; 50	106	1161; 60
27	586; 50	67	923; 40	107	1167; 10
28	597; 20	68	930; 30	108	1172; 60
29	607; 70	69	937; 20	109	1178.
30	618.	70	944; 10	110	1183; 30
31	628; 30	71	950; 90	111	1188; 60
32	638; 30	72	957; 60	112	1193; 90
33	648.	73	964; 40	113	1199; 30
34	658.	74	971.	114	1204; 60
35	667; 80	75	977; 50	115	1209; 80
36	677.	76	983; 90	116	1215; 10
37	686; 40	77	990; 20	117	1220; 30
38	695; 50	78	996; 40	118	1225; 60
39	704; 80	79	1002; 60	119	1230; 70
40	714.	80	1008; 80	120	1235; 90

(1) En portant sur une règle ou bâton quelconque inflexible, les quantités de cette table, on aura la jauge ou bâton cylindrique.

Cette échelle est une vraie table des diamètres, à l'aide de laquelle, et d'un metre, on peut faire toutes les opérations du jaugeage.

En effet, si après avoir déterminé le diamètre moyen d'un tonneau, ou de tout autre vaisseau cylindrique qu'on desire mesurer, on prend sur l'échelle des diamètres de cette *verge* ou jauge, la valeur de la surface du cercle donné par ce diamètre, et qu'on la multiplie par la hauteur du cylindre, il est clair qu'on aura pour résultat la solidité du cylindre entier, ou, ce qui est la même chose, la capacité du vaisseau proposé.

Ainsi, un diamètre moyen qui tomberait sur la dixième division, par exemple, appartiendrait à un cercle de dix décimètres de surface; un diamètre qui tomberait sur la vingt-unième, appartiendrait à un cercle de vingt-un décimètres de surface, et ainsi des autres.

Maintenant, supposez que la longueur du cylindre (ou du vaisseau) soit d'un décimètre dans les deux cas, alors vous aurez dans le premier dix fois un décimètre cube, ou dix litres de produit; et dans le second cas, vingt-un décimètres, ou vingt-un litres, et ainsi des autres proportionnellement.

Si la longueur du tonneau est de trois, de quatre ou de cinq, etc. hauteurs, avec des fractions de hauteur, le tout, multiplié par le diamètre moyen qu'il pourra avoir, donnera la capacité entière du tonneau proposé.

En supposant donc la longueur d'un tonneau de 8 hauteurs 4 dixièmes, c'est-à-dire, de 8 divisions 4 dixièmes du côté des hauteurs de la jauge, et le diamètre moyen de 26 divisions du côté des bases; et en multipliant 26 par 8; 4. on aura 218 litres et une fraction qu'on néglige, étant au-dessous de la moitié d'une unité.

Donnez maintenant à votre vaisseau telles dimensions qu'il vous plaira, l'usage de cette jauge sera toujours facile, et ses résultats seront toujours exacts; car une fois que vous saurez à quelles divisions des bases, c'est-à-dire, à quel cylindre votre vaisseau appartient par son diamètre moyen, tout se réduira à savoir combien ce vaisseau (ou tonneau) a de hauteurs communes, et à prendre autant de fois la valeur de cette base pour avoir sa capacité.

Si la longueur du tonneau, ou la profondeur du vaisseau qu'on aurait à mesurer, excédait la longueur de la jauge, comme les hauteurs, ou les divisions qui les forment sont une suite de distances égales, on compterait le nombre de hauteurs marquées sur cette verge ou jauge, et on la reporterait ensuite au point où elle a fini pour ajouter le nombre de hauteurs qui suivraient à celles données, pour ensuite les multiplier par le diamètre moyen, et avoir au résultat la capacité du vaisseau proposé.

Que si le diamètre moyen d'un tonneau (d'un foudre, par exemple), excède les divisions du côté des bases de la jauge, alors on prendra la moitié de ce diamètre moyen, on multipliera la division du côté des bases de la jauge à laquelle cette moitié du diamètre moyen répond par 4, carré de 2, le produit donnera des décimètres carrés de surface, lesquels multipliés ensuite par le nombre de hauteurs et fractions de hauteur de la longueur intérieure, (c'est-à-dire par la distance perpendiculaire entre les parois intérieures des fonds), donneront en dernier résultat la quantité de décimètres cubes, qui ne sont autre chose que le nombre des litres que ce foudre (ou tonneau) contiendra.

Si le diamètre moyen était assez considérable pour que la moitié surpassât la longueur de la jauge, il

faudrait ne prendre de ce diamètre moyen que le quart, multiplier la division du côté des bases de la jauge que ce quart atteindrait par 16 (quarré de 4), et le produit par les hauteurs et fractions de hauteur de la longueur intérieure du vaisseau pour connaître sa capacité totale.

Nota. Si on ne prenait que le huitième du diamètre moyen, il faudrait multiplier la division du côté des bases de la jauge que ce huitième indiquerait, par 64, (quarré de 8), parceque cette jauge est construite d'après ce principe, que *les aires des cercles sont comme les quarrés de leurs diametres, et que les cylindres de même hauteur sont entre eux comme leurs bases.*

La jauge cylindrimétrique est applicable aux mesures usuelles des pays étrangers.

Puisque les cylindres de même hauteur sont entre eux comme les surfaces des cercles de leurs bases, et qu'ainsi, pour avoir un cylindre double, ou triple, ou quadruple, etc. d'un autre sous la même hauteur, il faut faire la surface de sa base, double, ou triple, ou quadruple de celle du premier; il s'ensuit qu'une suite de cylindres de même hauteur, et dont le volume serait d'un, ou de deux, ou de trois, ou de quatre, etc. décimètres cubes, auraient pour bases des cercles dont les surfaces seraient entre elles comme 1, 2, 3, 4, etc. et réciproquement.

Il sera donc facile d'après ce principe, en connaissant l'unité des mesures usuelles des divers pays, et en la réduisant à la nôtre, de trouver les diametres des cylindres qui leur conviennent. En fixant la hauteur du cylindre de comparaison adopté, à un déci-

metre, on le diviserait en dixiemes, et le portant de 1 en 2, de 2 en 3, de 3 en 4, etc. sur l'échelle des hauteurs, il formerait sur ce côté les divisions décimales de l'unité génératrice des mesures métriques; de l'autre côté, se trouverait une série de diametres qui seraient ceux des cylindres exprimés en unités de mesures desdites contrées étrangères.

Dimensions d'un tchetwerka, mesure de Russie.

Ainsi, supposant pour unité un cylindre dont la hauteur serait d'un décimetre, (qui répond à environ 0;28 du pied de Pétersbourg) et le diametre de sa base de 198 millimetres, (correspondant à 0;56 de la même mesure) on aura un cylindre dont la solidité sera de trois décimetres cubes soixante-dix-huit milliemes (3;078) faisant un *tchetwerka*, ou quart de vedro, unité usuelle de mesure de Pétersbourg.

Dimensions du maas, mesure de Berlin.

Si on desire que le cylindre contienne le *maas*, (ou quart) unité de mesure de Berlin, en lui donnant pour hauteur un décimetre (qui se rapporte à environ 0;32 du pied de Prusse), le diametre sera de 121 millimetres (faisant environ 0;39 de la même mesure), le cylindre sera par conséquent de la solidité d'un décimetre cube cent quarante-neuf milliemes (1;149) correspondant au *maas*.

Dimensions du gallon, mesure d'Angleterre.

Si on prend pour unité un cylindre dont la hauteur soit aussi d'un décimetre, (qui se rapporte à environ

quatre pouces d'Angleterre), et le diamètre de sa base 220 millimètres (faisant environ huit pouces sept dixièmes de la même mesure), on aura un cylindre dont la solidité sera de trois décimètres huit dixièmes cubes (3;8), correspondant au *gallon*, qui est l'unité de mesure pour les vins en Angleterre.

Dimensions d'un bocali, mesure de Rome.

Si on desire que le cylindre contienne un *bocali*, mesure faisant quatre *fogliette*, ou la trente-deuxième partie d'un baril usité à Rome, on donnera aussi à ce cylindre un décimètre de hauteur, qui se rapporte à près d'un palme sacré, mesure de Rome (1), le diamètre de sa base sera de 135 millimètres (faisant un peu plus qu'un palme sacré), la solidité de ce cylindre sera par conséquent d'un décimètre cube, quarante-trois centièmes (1;43), correspondant au *bocali*.

Enfin, on peut prendre pour unité le cylindre qui sera en usage dans chaque pays, en lui donnant pour hauteur ou un décimètre, ou telle autre mesure déterminée, et on obtiendra facilement, soit par le calcul, soit au moyen des logarithmes, les diamètres des cercles tels que leurs surfaces soient entre elles, comme 1 est à 2, est à 3, est à 4, est à 5, etc. etc.

Une médiale est annexée à la jauge.

Pour la régularité des opérations, j'ai annexé à cette jauge cylindrique une petite mesure de

(1) Le palme sacré, en usage à Rome, se rapporte à 125 millimètres, et le palme des architectes est d'environ 223 millimètres.

poche que je nomme *médiale* (fig. 2), qui est un double décimetre divisé en millimetres. Un bout de cette médiale ayant un mentonnet, sert à évaluer l'épaisseur des douves, et à prendre le diametre du bouge, (ou cercle du ventre); et l'autre bout, en forme de biseau, sert à mesurer la saillie des jables, car il est évident que la longueur intérieure du tonneau est toujours égale à sa longueur extérieure, *moins* la saillie des jables et l'épaisseur des fonds; il est donc facile de mesurer avec cette médiale la saillie des jables, puisqu'elle est extérieure, mais les épaisseurs des fonds s'estiment par approximation d'après la force des tonneaux, et l'usage des lieux où on les construit.

Lorsqu'on a déterminé la longueur intérieure d'un tonneau, on multiplie cette longueur par le diametre moyen, et le produit donne la capacité entière de la piece.

MANIERE D'OPÉRER.

S'il s'agissait de trouver la capacité d'un tonneau, (fig. 5), comme la douve du bondon, considérée dans le sens de sa longueur, differe très-peu d'un arc de parabole, dont le sommet répondrait au cercle du bouge, les géometres démontrent, et la pratique le confirme, que pour réduire le tonneau en un cylindre (fig. 6), d'une solidité égale à sa capacité, et de même hauteur que lui, il faut faire le diametre de la base égal au diametre des fonds, plus, aux deux tiers de sa différence avec celui du bouge, tous mesurés intérieurement.

On commence donc par mesurer le diametre du cercle du ventre, en plongeant bien perpendiculairement

rement la jauge par le bondon, dans la direction de l'axe et du centre du tonneau; on y introduit de même la petite mesure de poche que je nomme *médiale*, laquelle sert à déterminer l'épaisseur de la douve du bondon, on la retire avec la jauge, et on marque par un trait de craie le diamètre du bouge (1). On mesure ensuite celui des fonds.

Pour le rendre juste, on prend deux diamètres situés à angles droits l'un à l'égard de l'autre, on prend la demi-somme de ces mesures; on fait la même opération sur l'autre fond pour s'assurer s'ils sont égaux, en cas d'inégalité, on prend encore la demi-somme des deux diamètres et on obtient celui réduit des fonds (2).

Après avoir mesuré avec les précautions convenables le diamètre du bouge et celui des fonds, on retranche le tiers de leur différence, pour les deux tiers restants (3) être ajoutés au diamètre des fonds, et la

(1) *Remarque.* Si un tonneau se trouvait renflé dans plusieurs parties du ventre, ou si la douve du bondon était plate et large plus que les autres douves, on le disposerait de manière à faire une seconde ouverture, en le roulant de côté; on introduirait de nouveau la jauge, pour prendre le diamètre de ce second axe ou latéral, ensuite on prendrait la moitié de la somme des deux diamètres, et on aurait celui réduit du bouge.

(2) Les diamètres des fonds mesurés à l'extérieur, peuvent être un peu plus petits que s'ils étaient mesurés à l'intérieur; mais la différence est légère, et il convient d'autant mieux de la négliger, que les fonds sont amincis vers leur circonférence, (les douves sont aussi amincies vers leurs extrémités), et qu'ainsi le diamètre extérieur doit différer très-peu du diamètre intérieur.

(3) Il est certain que les imperfections inévitables de la construction des tonneaux et les erreurs dont le mesurage des dimensions est susceptible, influent plus ou moins sur l'exactitude des déterminations, et que ces causes d'erreur sont les

division qui se rencontre du côté des bases de la jauge, est la valeur du diamètre moyen du tonneau.

On multiplie cette division par la longueur intérieure, c'est-à-dire, par la distance perpendiculaire entre les parois intérieures des fonds qu'il ne s'agit plus que de déterminer.

Pour avoir cette distance exacte, on mesure la longueur extérieure du tonneau, avec le côté des hauteurs de la jauge, en lui donnant une direction bien parallèle à son axe; on en retranche la saillie des jables, qu'on mesure à l'aide de la médiale. On en retranche aussi la double épaisseur des fonds, lesquelles épaisseurs sont ordinairement connues par la force des pièces et l'usage des différents pays (1). Ce qui reste donne évidemment la longueur intérieure du tonneau.

PREMIER EXEMPLE.

Soit proposé un tonneau, (connu sous la dénomination de quartaut Mâcon) dont le diamètre du bouge, (ou cercle du ventre) serait de 496 millimètres, celui des fonds de 445. Je cherche d'abord le diamètre moyen, et pour cela je prends la différence entre le

mêmes dans toutes les méthodes; mais si quelquefois l'on a atteint la capacité du tonneau en prenant la moitié de la somme des deux diamètres du cercle du bouge et des fonds, on ne peut l'attribuer qu'aux irrégularités du tonneau, surtout lorsqu'il a été rebattu. (*Voir la remarque à ce sujet, page 3.*)

(1) Les tonneaux au-dessous de 150 litres, ont des fonds dont on peut évaluer l'épaisseur de 10 à 12 millimètres; ceux de 150 à 400, de 15 à 20 millimètres; les fonds des bordelaises sont de 25 à 30 millimètres d'épaisseur; les tonneaux au-dessus de 400 litres, ont des fonds dont les épaisseurs sont de 25 à 32 millimètres.

diametre du bouge et le diametre des fonds ; cette différence est 51 , j'en prends le tiers , qui est 17 , je retranche 17 du grand diametre 496 , j'ai le diametre moyen 479 millimetres , qui correspondent à la dix-huitieme division du côté des bases de la jauge , (qui donne 18 décimetres quarrés de surface.)

Soit en même temps la longueur extérieure de 6 hauteurs 8 dixiemes (68 centimetres) , si la saillie des jables est de 30 millimetres à chaque bout , et l'épaisseur des fonds de 15 millimetres chacun , ce sont 9 centimetres que je retranche de la longueur extérieure , en sorte qu'il ne reste plus pour la longueur intérieure que 5 hauteurs 9 dixiemes (59 centimetres) , je multiplie 59 par 18 , et le résultat est de 106 ; 2 , d'où je conclus que le quartaut proposé contient 106 litres , plus une fraction de 2 décilitres , que je néglige.

DEUXIEME EXEMPLE.

Soit proposé un autre tonneau (connu sous la dénomination de demi - queue Auvergne) , qui aurait de diametre au cercle du bouge 744 millimetres , et 654 millimetres au diametre des fonds , la différence entre les deux diametres est 90. Le tiers de cette différence est 30 , et les deux tiers , 60. Ces deux tiers ajoutés au diametre des fonds , donnent pour diametre moyen 714 millimetres : on regarde du côté des bases de la jauge à quelle division ce diametre répond , et on trouve 40 , qui valent 40 décimetres quarrés.

Soit en même temps la longueur extérieure du tonneau de 8 divisions 3 dixiemes du côté des hauteurs de la jauge , la saillie des jables et l'épaisseur des fonds de 10 centimetres , il restera pour longueur intérieure 7 hauteurs 3 dixiemes , lesquelles multi-

pliées par 40 (diamètre moyen) donnent au produit 292 décimètres cubes, qui ne sont autre chose que des litres.

Trouver la capacité d'un broc, (fig. 7.)

Si on désirait savoir combien de litres contient un broc, on prendrait le diamètre du fond et celui de l'ouverture, la demi-somme des deux diamètres serait celui réduit des deux bouts : on mesurerait ensuite le diamètre de la partie la plus renflée du ventre, et après avoir soustrait le tiers de la différence qu'il y aurait entre celui-ci et celui réduit des deux bouts, on ajouterait les deux tiers à ce dernier, ce qui donnerait le diamètre moyen.

On multiplierait la division que ce diamètre rencontrerait sur le côté des bases de la jauge, par la profondeur du broc, le résultat serait la capacité cherchée.

EXEMPLE.

Soit proposé un broc (fig. 7), qui aurait de diamètre au fond 200 millimètres (20 centimètres), à l'ouverture 11 centimètres (110 millimètres), on prend la demi-somme de 200, plus 110 et 155 millimètres seront le diamètre réduit des deux bouts. Si le diamètre du ventre est de 264 millimètres, la différence sera de 109; les deux tiers de 109 ajoutés au diamètre réduit 155, donneront pour diamètre moyen 227 millimètres, qui se rencontrent à la quatrième division du côté des bases de la jauge.

Si la hauteur ou profondeur du broc est de 250 millimètres, deux divisions et demie du côté des hauteurs de la jauge, on multiplie 4 par 2 et demi, et le produit 10 fait connaître que la capacité du broc proposé est de 10 litres.

Nota. Si le broc était plein de vin, et qu'on ne pût mesurer le diamètre du ventre intérieurement, on prendrait la circonférence extérieure du ventre, et on chercherait son diamètre par la proportion de 7:22 :: le diamètre trouvé : on retranchera la double épaisseur des douves afin d'avoir le diamètre intérieur; l'opération se continuera comme il vient d'être dit.

Déterminer avec la jauge la capacité d'un foudre rond.

S'il s'agissait de trouver la contenance d'un foudre rond (1), on prendrait une longue règle, ou tringle, pour mesurer le diamètre du bouge, et celui des fonds, de la même manière que si c'était un tonneau ordinaire, on retrancherait le tiers de la différence du diamètre du bouge, pour ajouter les deux tiers restants à celui des fonds, et la somme faite donnerait le diamètre moyen.

Ce diamètre une fois connu, on en prend la moitié, on regarde du côté des bases de la jauge à quelle division cette moitié se rapporte, on multiplie cette di-

(1) Les foudres ronds ou ovales sont de très-grands tonneaux cerclés de fer, que l'on défonce rarement : on a établi au bas du fond de devant, une petite porte pour laisser entrer le tonnelier lorsqu'ils sont vides, afin de les laver, et les rendre propres à recevoir du vin clair. Ces foudres sont destinés à rester à demeure dans les caves, et sont fort en usage dans les départements de la Moselle, de la Sarre, du Rhin-et-Moselle, etc., et dans toute l'Allemagne. Il n'est pas rare d'en voir qui contiennent depuis 3000 jusqu'à 10,000 litres, etc. On en voit un très-extraordinaire dans les états de son A. S. l'Électeur de Bade, à *Heydelberg*, qui contient environ 229,520 litres. Il y a aussi de très-grands tonneaux dans le Puy-de-Dôme (la ci-devant Auvergne), dont la contenance approche de celle des foudres.

vision par 4 (quarré de 2); le produit donnera des décimètres quarrés de surface, lesquels multipliés par le nombre de hauteurs et fractions de hauteur de la longueur intérieure, donneront en dernier résultat la quantité de décimètres cubes que le volume intérieur du foudre contiendra.

E X E M P L E.

Soit proposé de trouver la contenance d'un foudre ou d'un grand tonneau pareil à ceux qui sont en usage dans l'atelier de fabrication de vinaigre établi, par MM. Tagot et Delatournelle, à Bercy (près Paris). Si le diamètre du bouge est de 190 centimètres, celui des fonds de 166, il en résultera un diamètre moyen de 182 centimètres, la moitié de ce diamètre tombera sur la 65^{ème} division du côté des bases de la jauge; en les multipliant par 4, le produit sera 260 décimètres quarrés de surface. Soit en même temps la longueur extérieure de 2 mètres et demi, en mesurant la saillie des jables, et en estimant l'épaisseur des fonds, si on trouve deux décimètres on les retranchera sur les deux mètres et demi de longueur extérieure, et il ne restera que 23 hauteurs de distance perpendiculaire entre les parois intérieures des fonds, lesquelles multipliées par la surface 260, donneront au total un résultat de 5900 litres, contenance entière du foudre.

Si le diamètre moyen était assez considérable pour que sa moitié surpassât la longueur de la jauge, il faudrait ne prendre de ce diamètre que le quart, multiplier la division du côté des bases de la jauge, que ce quart atteindrait par 16 (quarré de 4); et multiplier ensuite le produit par la longueur intérieure, le résultat serait la capacité cherchée.

EXEMPLE.

Soit proposé un foudre qui aurait 202 centimetres de diametre moyen, en prenant le quart, il répondra à la vingtieme division du côté des bases de la jauge, en les multipliant par 16, le produit sera 320 décimetres quarrés de surface. Soit en même temps la longueur intérieure de 20 hauteurs (2 metres), en les multipliant par 320, on aura au produit 6400 décimetres cubes, c'est-à-dire, 6400 litres de contenance totale.

Déterminer avec la jauge la capacité d'une cuve, (fig. 8.)

S'il s'agissait de trouver la capacité d'une cuve, il faudrait la considérer comme un *cône tronqué* (fig. 8), on mesurerait le diametre du fond et celui de l'ouverture, on prendrait la demi-somme des deux diametres (1) pour avoir le diametre moyen, on mesurerait ensuite la profondeur de la cuve avec le côté des hauteurs de la jauge, on multiplierait le nombre des hauteurs de la profondeur intérieure de la cuve, par le diametre moyen, et le produit serait la capacité cherchée.

(1) Si les diametres étaient notablement différens, alors au lieu de prendre la moitié des deux diametres pour avoir le diametre moyen, ce serait la racine quarrée de la moitié de la somme faite des quarrés de chacun qu'il faudrait prendre, cette racine quarrée serait la valeur du diametre cherché; mais comme ce principe exige un calcul extrêmement long, et la diminution de la quantité donnée par la moitié de la somme des deux diametres de l'ouverture et du fond étant presque insensible, dans les cas où la différence des diametres n'est pas grande, cette regle suffit dans la pratique.

EXEMPLE.

Soit proposée une cuve qui aurait 1624 millimètres de diamètre à l'ouverture, 1300 de diamètre au fond, en prenant la moitié de 1624, plus 1300, on aura 1462 millimètres de diamètre moyen. La moitié de ce diamètre répondra à la 42^{ème} division du côté des bases de la jauge, en les multipliant par 4 (quarré de 2), le produit sera 168 décimètres quarrés de surface. Soit en même temps la profondeur de 15 hauteurs (1 metre et demi), en les multipliant par 168, le résultat sera 2520 décimètres cubes, ou 25 hectolitres 20 litres de contenance totale de la cuve.

Déterminer la capacité d'une cuvette.

Si on voulait savoir ce que contient une cuvette, un seau, ou autres vases, etc., on prendrait, d'après le même principe, la moitié de la somme des diamètres du fond et de l'ouverture, pour avoir celui moyen du vaisseau, on multiplierait la division du côté des bases de la jauge, qui répondrait à ce diamètre moyen, par le nombre des hauteurs, de la profondeur de la cuvette, le produit serait la capacité cherchée.

EXEMPLE.

Soit, par exemple, une cuvette (fig. 8), qui aurait de diamètre au fond 404 millimètres, et 410 à l'ouverture, on prend la demi-somme de 410, plus 404, et 407 millimètres sera le diamètre moyen; on regarde du côté des bases de la jauge à quelle division il se rapporte, on trouve 13, c'est-à-dire, 13 décimètres quarrés de surface. Soit en même temps la profondeur de 5 hauteurs 5 dixièmes (55 centimètres), en multipliant les deux valeurs l'une par l'autre, c'est-à-dire, 13 par

5,5, on aura au produit 71 décimètres cubes 5 dixièmes; donc, la capacité totale de la cuvette proposée sera de soixante-onze litres et demi.

DEUXIEME SECTION.

Du jaugeage des tonneaux en vidange.

On entend par tonneaux en vidange, la distance qu'il y a entre la surface de la liqueur et celle interne du fond, si le tonneau est debout dans une position *verticale*; et, s'il est dans une position *horizontale* (couché), la distance entre la surface de la liqueur et celle interne de la douve du bondon. Or, le vide des tonneaux s'estime de deux manières, selon qu'on peut les placer debout sur un de leurs fonds, ou qu'on ne le peut pas. De-là deux moyens généraux de solution.

PREMIER MOYEN.

Maniere de constater avec la jauge le vide d'un tonneau régulier, dans une position verticale.

On placera le tonneau de manière que le fond supérieur soit bien horizontal; dans cette position, on percera ce fond pour pouvoir y introduire une tringle, ou la jauge, afin d'avoir la profondeur du vide, et on évaluera ce vide, en le considérant comme un cylindre (fig. 8), dont la base serait égale au cercle du fond CD, et la hauteur, la distance entre la surface de la liqueur EF et celle interne CD du fond.

Si le vide était assez considérable pour qu'il fallût avoir égard à l'excès du diamètre inférieur sur le su-