Revue de statistique appliquée

Jean Gélain

Influence de la vitesse de mise en charge de la machine d'essais sur la résistance à la traction de la fonte. Application des méthodes statistiques à l'interprétation des résultats

Revue de statistique appliquée, tome 1, n° 1 (1953), p. 47-54

<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1953__1_1_47_0>

INFLUENCE DE LA VITESSE DE MISE EN CHARGE DE LA MACHINE D'ESSAIS SUR LA RÉSISTANCE A LA TRACTION DE LA FONTE

APPLICATION DES MÉTHODES STATISTIQUES A L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

par

M. Jean GÉLAIN

Monsieur Gélain participe à la Direction des Recherches du Centre Technique des Industries de la Fonderie. Dans cette communication, il donne un premier exemple des résultats qu'il a pu obtenir à l'aide de techniques statistiques assez simples. Ses études l'ont conduit depuis lors à résoudre des problèmes beaucoup plus complexes et variés. Nous espérons qu'il nous sera possible de publier ultérieurement certains aspect de ces travaux.

1.- Après une éclipse de quelques décades, du moins en France, l'essai de traction a repris place dans la liste des épreuves destinées à caractériser les fontes.

Il importe toutefois de noter que l'essai ne se présente plus tout à fait dans les mêmes conditions.

Autrefois on utilisait des barreaux longs, bruts de fonderie et avec des têtes à épaulements lisses. Aujourd'hui on utilise des barreaux plutôt courts (assez longs tout de même pour permettre un alignement correct sous tension), entièrement usinés et à têtes filetées.

Les travaux de M. Bastien et de ses collaborateurs, publiés dès 1947 (1), ont montré qu'avec de tels barreaux on obtenait des dispersions réduites, en tout cas bien inférieures à celles données par les autres essais classiques (cisaillement, flexion, dureté) et somme toute acceptables.

Il importe donc, puisque essai de traction il y a désormais, d'étudier les différents facteurs qui peuvent avoir une influence sur les résultats de l'essai. La présente communication concerne l'influence de l'un de ces facteurs : la vitesse de mise en charge de la machine d'essai.

2. - La fonte choisie a été une fonte courante de bonne qualité, dont la résistance à la rupture sur des épaisseurs de 20 mm a été de l'ordre de 24 kg/mm².

Elaborée au four électrique par la Société des fonderies de Pont-à-Mousson elle a donné comme analyse moyenne :

Ct	Si	Mn	P	S
3,32	1,88	0,73	0,15	0,05

Elle a été coulée à vert en barreaux de 30-20-12 mm de diamètre et de 500-400-120 mm de longueur.

Quatre éprouvettes à têtes filetées (suivant dessins du projet de normes A-32-101) ont été usinées dans chaque barreau de 30 et 20 mm, trois dans chaque barreau de 12 mm.

(1) P. BASTIEN et L. BEUGRAS. Influence de la forme de l'éprouvette et de la vitesse de mise en charge sur la dispersion des essais de traction des fontes. Comptes rendus à l'Académie des sciences, séance du 5 mai 1947. Fonderie, n° 20, août 1947, p. 751-758.

Finalement on a disposé de :

103 éprouvettes de diamètre : 20 mm,
107 éprouvettes de diamètre : 12,5 mm,
108 éprouvettes de diamètre : 5,64 mm.

Pour chaque dimension d'éprouvettes, il a été utilisé les trois vitesses de mise en charge suivantes :

$$V_1 = 0,8 \text{ kg} / \text{mm}^2/\text{s},$$
$$V_2 = 1,6 \text{ kg} / \text{mm}^2/\text{s},$$
$$V_3 = 3,2 \text{ kg} / \text{mm}^2/\text{s},$$

ce qui correspond, pour la fonte étudiée, à des durées d'essai oscillant autour de :

31 secondes,
15 secondes,
8 secondes.

Les essais ont été exécutés :

— pour les éprouvettes de 20 mm et 12,5 mm au Centre technique des Industries de la Fonderie sur machine Amsler (sensibilité 10 t) ;

— pour les éprouvettes de 5,64 mm au laboratoire des Fonderies de Pont-à-Mousson sur machine Losenhausen (sensibilité 3,5 t).

3. - Les trois caractéristiques essentielles de chaque série de mesures — moyenne arithmétique étendue et écart quadratique moyen apparent — sont reproduites dans le tableau I.

TABLEAU I

1 - ÉPROUVETTES DE DIAMÈTRE : 20 mm			
Vitesse de mise en charge	V_1	V_2	V_3
Nombre de barreaux cassés	32	36	35
Moyenne arithmétique en kg	22,6 (1)	22,5	22,8
Etendue en kg	4,7	4,1	3,8
Ecart quadratique moyen en kg	0,78	0,89	0,86
2 - ÉPROUVETTES DE DIAMÈTRE : 12,5 mm :			
Vitesse de mise en charge	V_1	V_2	V_3
Nombre de barreaux cassés	36	35	36
Moyenne arithmétique en kg	24,5	24,9	24,7
Etendue en kg	3,3	3,6	3,7
Ecart quadratique moyen en kg	0,78	0,86	0,70
3 - ÉPROUVETTES DE DIAMÈTRE : 5,64 mm :			
Vitesse de mise en charge	V_1	V_2	V_3
Nombre de barreaux cassés	37	36	36
Moyenne arithmétique en kg	26,6	26,7	27
Etendue en kg	4,9	3,9	4,6
Ecart quadratique moyen en kg	1,02	0,73	0,99

(1) 22,6 kg est la moyenne arithmétique des 32 valeurs de la résistance trouvées à la vitesse V_1;
4,7 kg est la différence entre la plus petite et la plus grande de ces valeurs;
0,78 kg est la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts, comptés par rapport à la moyenne arithmétique.

4. - Pour pouvoir tirer une conclusion valable de l'examen de ces résultats, une question préliminaire, trop souvent négligée jusqu'ici, est à éclaircir : c'est de savoir ce que valent les chiffres trouvés, ce qu'ils représentent exactement, quelle confiance y il a lieu de leur accorder.

Nous utiliserons pour cela les moyens que les méthodes statistiques modernes mettent à notre disposition.

5. - Les dispersions constatées dans chaque série de mesures peuvent être attribuées principalement à l'hétérogénéité de la fonte, mais aussi aux légères différences de forme des éprouvettes usinées, à la machine d'essais, enfin à l'opérateur.

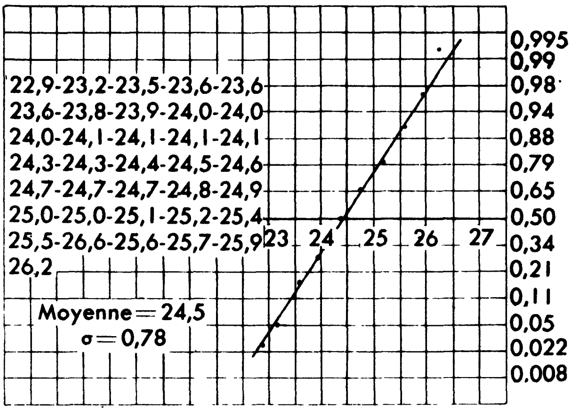
Les lots d'éprouvettes pour chaque vitesse et dans chaque dimension ont été prélevés au hasard dans le tas. Il n'y a pas de raisons, à priori, pour que les écarts se soient produits dans un sens plutôt que dans l'autre. On est ainsi naturellement conduit à faire l'hypothèse que ces écarts se sont répartis suivant ce que, par euphémisme, on appelle la loi du hasard, et par suite on est amené, pour vérifier qu'il en a été bien ainsi, à voir si les résultats des essais s'ajustent convenablement à une loi normale.

Pour chaque série de mesures, cet ajustement a été vérifié par la méthode graphique de la droite de Henry.

Les figures 1, 2 et 3 représentent les droites de Henry relatives aux barreaux de 12,5 mm. Pour les autres dimensions de barreaux, la compensation est du même ordre et on peut considérer que, pour toutes les séries de mesures, l'ajustement à la loi normale est très satisfaisant (1).

V_1 - ø = 12,5

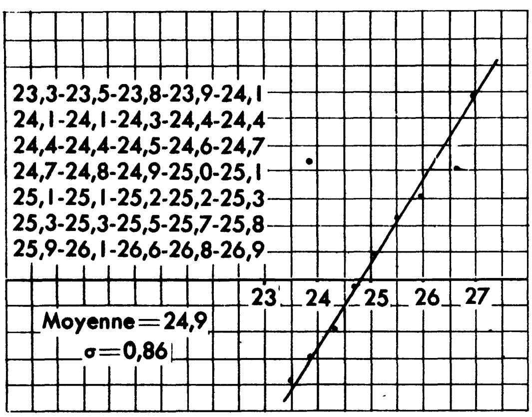
DROITE DE HENRY



— *Fig.* 1 —

V_2 - ø = 12,5

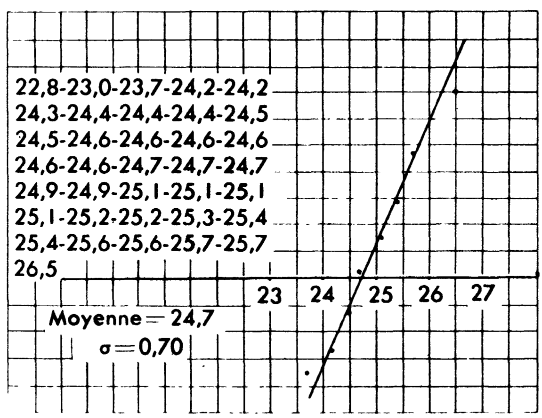
DROITE DE HENRY



— *Fig.* 2 —

V_3 - ø = 12,5

DROITE DE HENRY



— *Fig.* 3 —

(1) Il y a bien les points extrêmes qui s'écartent souvent de la droite et quelquefois de façon sensible. Mais il n'y a pas lieu de s'en émouvoir. En effet dans ces sortes de graphiques l'échelle des ordonnées est graduée en fréquences cumulées, c'est-à-dire en probabilités totales. Sur la figure 1, on a porté les graduations de l'échelle et l'on voit qu'au centre de la distribution, une division de l'échelle correspond à une différence de probabilité de 0,16 alors qu'aux extrémités cette même division ne correspond plus qu'à une différence de probabilité de 0,01. Il suffit qu'une ou deux mesures s'écartent de la distribution normale (et c'est toujours aux extrémités que cela se produit) pour que le point représentatif correspondant s'écarte quelquefois très sérieusement de la droite, sans que cependant la compensation de l'ensemble cesse d'être acceptable.

Pour ceux que la méthode graphique de Henry ne satisferait pas, les méthodes statistiques, avec le critérium de Pearson (méthode des X^2) permettent de vérifier par le calcul l'ajustement à une loi normale. On trouve ici que les écarts entre les fréquences observées et les fréquences théoriques peuvent, avec une probabilité supérieure à 0,95, être attribuées au hasard et que par conséquent les distributions constatées sont assimilables à des distributions normales. Les calculs sont assez longs mais ne présentent aucune difficulté.

On vérifie ainsi ce qu'avaient déjà établi M. Bastien et ses collaborateurs :

1°) l'éprouvette à tête filetée, en particulier celle du projet de normes A 32-101, convient parfaitement pour l'essai de traction ;

2°) l'essai de traction avec une telle éprouvette permet de dégager une caractéristique significative de la fonte : la résistance à la traction.

6. - Dans ces conditions, en prenant pour valeur de la résistance la moyenne arithmétique de chaque série, on peut calculer, dans chaque cas, l'écart par rapport à la valeur centrale (présumée exister) que cette moyenne arithmétique a une probabilité 0,95 de ne pas dépasser.

Pour cela nous ferons appel à deux propriétés classiques des distributions normales, savoir :

1°) Si une quantité est distribuée normalement avec un écart-type σ, la moyenne d'une série aléatoire de n élément est aussi distribuée normalement avec un écart-type égal à $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$;

2°) Dans une distribution normale, 95 % (en chiffres ronds) des éléments se situent de part et d'autre de la valeur centrale à une distance de deux écarts-types. Et, réciproquement, étant donné un élément de la distribution la valeur centrale a 95 chances sur 100 de se trouver à une distance de deux écarts-types de part et d'autre de cette valeur.

On trouve ainsi pour les écarts « à craindre » $\left(\frac{2\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ sur chaque moyenne les valeurs suivantes :

	V_1	V_2	V_3
Ø = 20	0,27	0,29	0,29
Ø = 12,5	0,26	0,29	0,23
Ø = 5,64	0,33	0,24	0,33

et il y a 95 chances sur 100 pour que la valeur centrale de chaque série soit comprise dans les limites respectives suivantes :

	V_1	V_2	V_3
Ø = 20	22,6 ± 0,27	22,5 ± 0,29	22,8 ± 0,29
Ø = 12,5	24,5 ± 0,26	24,9 ± 0,29	24,7 ± 0,23
Ø = 5,64	26,6 ± 0,33	26,7 ± 0,24	27 ± 0,33

Avec ces chiffres on pourrait déjà tirer quelques conclusions. Il suffirait en effet de porter sur une droite, pour chaque dimension du barreau, les valeurs des moyennes avec de chaque côté les intervalles de confiance des valeurs centrales pour constater que, dans presque tous les cas, ces intervalles chevauchent plus ou moins.

Mais la statistique, par ce qu'elle appelle l'analyse de la variance, c'est-à-dire l'étude de la répartition des carrés des écarts, nous permet de porter un jugement beaucoup plus précis.

Nous disposons en effet, dans chaque dimension de barreaux, de trois classes correspondant aux trois vitesses d'essai différentes et dans chaque classe d'un nombre de mesures qui a varié de trente-deux à trente-sept. On peut donc dresser les tableaux classiques de l'analyse de la variance, dont un exemple est donné par le tableau II qui correspond à la dimension de barreau 12,5.

TABLEAU II

Ø = 12,5

Variations	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance moyenne	
Interclasse	2,96	3 — 1 = 2	$V_1 = \frac{2,96}{2} = 1,48$	$\frac{V_1}{V_R} = \frac{1,48}{0,64} = 2,31$
Intraclasse	66,14	36 + 35 + 36 — 3 = 104	$V_R = \frac{66,14}{104} = 0,64$	

L'épreuve que la statistique met à notre disposition consiste à faire le rapport de la variance moyenne entre les classes (interclasse) à la variance moyenne à l'intérieur des classes (intraclasse) et à comparer ce rapport à des valeurs portées sur des tables (dites tables de Snedecor), qui, pour une probabilité fixée, donnent la limite supérieure qui doit être dépassée par le rapport étudié, pour que les variances soient statistiquement distinctes.

On trouve ici que le rapport des variances est :

1,25 pour les barreaux de $\varnothing = 20$,
2,31 pour les barreaux de $\varnothing = 12{,}5$,
1,80 pour les barreaux de $\varnothing = 5{,}64$.

Si on se reporte aux tables de Snedecor avec un seuil de probabilité de 0,01 on trouve que tous ces rapports sont bien inférieurs aux chiffres indiqués par les tables. La statistique nous permet donc de dire qu'il y a 99 chances sur 100 pour que la variabilité entre les classes, due aux différences de vitesse, ne soit pas statistiquement distincte de la variabilité à l'intérieur des classes, due principalement à l'hétérogénéité de la fonte. Autrement dit et pour employer le langage commun les différences que nous avons trouvées entre les résistances moyennes aux trois vitesses V_1, V_2, V_3 ont 99 chances sur 100 d'être simplement dues au hasard.

Cette conclusion n'est en toute rigueur valable que pour ces trois vitesses. Aussi avons-nous profité de ce que nous disposions encore d'une cinquantaine de barreaux de 12,5 pour les casser avec la gamme de vitesse la plus étendue possible : pratiquement une vingtaine de vitesses, allant de 0,4 à 4,5 kg/mm^2/s c'est-à-dire allant du simple à plus du décuple et correspondant à des durées d'essais de l'ordre de 60 s à 5 s.

Portant en abscisses des quantités proportionnelles aux vitesses de mise en charge et les résistances en ordonnées on obtient le nuage de points de la figure 4, où n'apparaît aucun indice de corrélation — ce que confirme le calcul du coefficient de corrélation qu'on trouve égal à $r = 0{,}020$ et dont il n'est pas besoin de vérifier qu'il n'est pas significatif.

On peut donc conclure que, pour la fonte étudiée, la vitesse de mise en charge, dans les limites d'utilisation pratique de la machine d'essai, n'a aucune influence sur la valeur de la résistance à la traction.

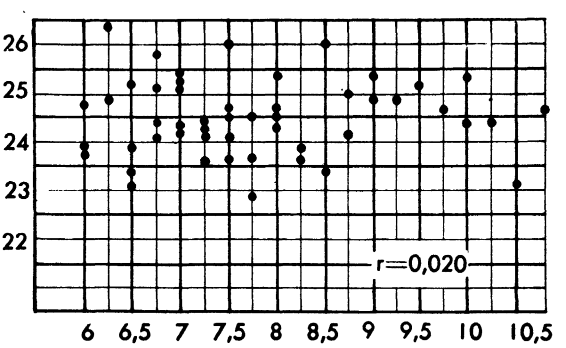


Fig. 4

7. - La précédente étude nous a conduit à casser un nombre relativement important de barreaux Aussi nous voudrions profiter de cette occasion qui nous vaut de disposer d'un nombre copieux d'informations pour attirer l'attention des fondeurs sur deux points :

2°)Le premier, c'est la précarité des conclusions tirées d'un seul essai ou d'un trop petit nombre d'essais.

Considérons par exemple l'ensemble des résultats qu'ont donné les barreaux de $\varnothing = 12{,}5$ et $\varnothing = 5{,}64$ cassés à la vitesse moyenne V_2 (tableau III).

TABLEAU III

Vitesse moyenne V_2

$\varnothing = 12{,}5$	$\varnothing = 5{,}64$
23,3 — 23,5 — 23,8	24,1 — 25,7 — 25,7
23,9 — 24,1 — 24,1	26,0 — 26,0 — 26,2
24,1 — 24,3 — 24,4	26,3 — 26,3 — 26,3
24,4 — 24,4 — 24,4	26,4 — 26,4 — 26,4
24,5 — 24,6 — 24,7	26,4 — 26,5 — 26,5
24,7 — 24,8 — 24,9	26,5 — 26,6 — 26,6
25 — 25,1 — 25,1	26,6 — 26,7 — 26,7
25,1 — 25,2 — 25,2	26,9 — 27.0 — 27,1
25,3 — 25,3 — 25,3	27,1 — 27,2 — 27,2
25,5 — 25,7 — 25,8	27,3 — 27,3 — 27,3
25,9 — 26,1 — 26,6	27,5 — 27,6 — 27,7
26,8 — 26,9	27,7 — 27,8 — 28
Moyenne = 24,9	Moyenne = 26,7
σ = 0,86	σ = 0,73

Supposons qu'au lieu de casser 35 barreaux dans le premier cas et 36 dans le second, on en ait cassé un seul de chaque espèce, il aurait parfaitement pu arriver qu'on soit tombé pour le diamètre 12,5 sur l'une des sept ou huit dernières valeurs et pour le diamètre 5,64 sur l'une des sept ou huit premières valeurs. On peut même estimer la probabilité pour qu'il en soit ainsi ; une des propriétés des distributions normales est que 68 % (en chiffres ronds) des éléments se trouvent répartis à une distance d'au plus un écart-type de part et d'autre de la moyenne. Il reste donc 32 % des éléments en dehors de cet intervalle, soit 16 % à chaque extrémité. En cassant un seul barreau on a donc, dans le premier cas, 16 chances sur 100 de trouver une valeur supérieure ou égale à $24{,}9 + 0{,}86 = 25{,}76$ et dans le second cas on a aussi 16 chances sur 100 de trouver une valeur plus petite ou égale à $26{,}7 - 0{,}73 = 25{,}97$. Seize chances sur 100, soit presque une chance sur 6, ce n'est pas négligeable — on n'aurait ainsi trouvé aucune différence pratique entre les mesures et cependant, il eut été faux de conclure, sur ce seul essai, que la fonte étudiée ne présentait aucune sensibilité à l'épaisseur.

Avec le nombre de mesures dont nous disposons, 35 d'un côté, 36 de l'autre, une épreuve de la statistique, le test de Student, nous permet d'affirmer avec une probabilité supérieure à 0,9999, c'est-à-dire avec certitude, que les différences entre les moyennes trouvées 24,9 et 26,7 sont bien statistiquement distinctes, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas dues au hasard et que par conséquent elles manifestent bien la sensibilité à l'épaisseur de la fonte.

En l'espèce, il n'eut certainement pas été besoin de faire tant de mesures pour déceler d'une façon significative cette sensibilité à l'épaisseur.

Mais il n'en va pas toujours ainsi et on pourrait relever dans la littérature, même technique, des conclusions tirées de la comparaison des moyennes provenant d'un nombre insuffisant d'essais et dont le moins que l'on puisse dire, quand on les examine à la lumière des méthodes statistiques, est qu'elles ont été imprudemment avancées.

2°) Le second point voudrait être une réponse à une question que peuvent se poser les fondeurs qui, ayant donné un barreau de traction à casser à un laboratoire, se demandent quel crédit ils doivent accorder au chiffre de résistance qui leur est fourni ou, pour être plus précis, avec quelle approximation ce chiffre représente la valeur probable de la résistance, c'est-à-dire pratiquement la valeur moyenne que l'on obtiendrait si, au lieu d'un seul barreau, on avait pu en casser un grand nombre ?

Dans le cas général, si on ne sait rien de la fonte que l'on essaie, on ne peut rien dire de précis. Là où il n'y a pas suffisamment d'informations la statistique perd ses droits et se déclare impuissante.

Mais considérons le cas de notre fonte pour laquelle nous possédons un nombre intéressant d'informations. Nous avons vu que la vitesse de mise en charge n'avait pas eu d'influence sur la résistance. Nous pouvons donc considérer que, pour un même diamètre de barreaux, les trois séries de résultats obtenus aux trois vitesses appartiennent à la même population. Cela nous fait par exemple pour le barreau de 12,5 un ensemble de 107 résultats dont on vérifie, soit par la méthode graphique de Henry, soit par le calcul, que la compensation avec la loi normale est très satisfaisante et dont on trouve que la moyenne est de 24,74 kg, l'écart-type de 0,81 kg.

Supposons alors que la fabrication de notre fonte se continue dans les mêmes conditions que celles qui existaient quand on a prélevé nos barreaux, et supposons qu'à un moment quelconque on coule, toujours dans les mêmes conditions, un jet de 20 mm de diamètre dans lequel on usinera un barreau de 12,5 — que pouvons-nous penser du chiffre obtenu pour la résistance de ce barreau ?

Pour que notre réponse soit parfaitement valable, il nous faut supposer en outre que le barreau est usiné dans les mêmes conditions, que la machine d'essais est la même et enfin que l'opérateur est le même. Alors nous pouvons raisonnablement admettre que notre barreau appartient à la même population. Et nous savons que dans une distribution normale il y a 95 chances sur 100 pour qu'une mesure soit à moins de deux écarts-types de la moyenne, soit ici 1,6 kg. Nous pouvons donc dire qu'il y a 95 chances sur 100 pour que le chiffre obtenu dans l'essai de ce seul barreau représente la valeur centrale de la résistance à 1,6 kg près dans un sens ou dans l'autre.

On peut trouver que cela n'est pas très remarquable — surtout pour une fonte qui, étant donné son mode d'élaboration, présente de très sérieuses garanties d'homogénéité. Mais c'est encore supérieur comme approximation à ce que donnent les autres essais de la fonte : dureté, flexion et cisaillement (1).

Cela ne veut pas dire d'ailleurs que le chiffre trouvé ne soit pas, en fait, plus près de la valeur centrale de la résistance. On peut même calculer la probabilité que l'on a de le voir se trouver à une distance donnée de cette valeur. Par exemple, on peut déterminer combien il y a de chances pour que la première décimale soit exacte (au sens donné à ce mot par le contexte précédent) à une unité près, c'est-à-dire que la résistance trouvée représente la résistance probable à 0,1 kg près.

Il suffit d'évaluer 0,1 kg en écart-type soit $\frac{0,1}{0,81}$ et de se reporter à l'une des nombreuses tables que la statistique met à notre disposition et l'on trouve que la probabilité cherchée est égale à 0,09 (2). Il y a donc 9 chances sur 100 pour que le chiffre de résistance trouvé soit exact à 0,1 kg près. Mais en réalité on ne sait pas ce qu'il en est exactement. Tout ce que l'on peut affirmer avec une quasi-certitude, c'est-à-dire avec 95 chances sur 100 de ne pas se tromper, c'est que le chiffre trouvé est exact à 1,6 kg près.

Mais cette approximation peut être améliorée si, au lieu d'un barreau, on en casse plusieurs. On n'a pas attendu les méthodes statistiques modernes pour faire des moyennes, car il est intuitif d'attribuer plus de valeur à la moyenne de plusieurs mesures d'une même grandeur qu'à une seule mesure. Cependant on ne se rend pas toujours compte de ce que l'on gagne ainsi. Cela découle de ce qui a été dit de l'écart-type de la moyenne. Si au lieu d'un seul barreau, nous en cassons deux, l'écart-type de la moyenne devient $\frac{0,81}{\sqrt{2}} = 0,57$ et nous avons alors 95 chances sur 100 pour que le chiffre donné par la moyenne de deux essais représente la valeur probable de la résistance à deux écarts-types près, c'est-à-dire à 1,1 kg près.

Les normes françaises relatives aux fontes grises prévoient obligatoirement un essai de flexion et un essai de traction. On procède d'abord à l'essai de flexion, puis dans l'un des morceaux du barreau qui a servi à la flexion, on usine l'éprouvette de traction. L'usinage d'un barreau de traction coûte cher. Aussi, il n'est prévu en principe qu'un essai de traction par lot à réceptionner, les lots variant de 2 à 6 tonnes suivant la qualité de la fonte.

(1) Voir à ce sujet : P. BASTIEN et J. PRACHE. — Recherches sur la dispersion des essais mécaniques sur fontes. Applications à l'étude des caractéristiques mécaniques et de l'influence de la désoxydation des fontes perlitiques. Journées de la fonderie, 19 et 20 octobre 1945, p. 57-76. Éditions du Centre technique des Industries de la Fonderie.

(2) Il s'agit ici de la table de la fonction Θ. La probabilité cherchée est la valeur de l'expression :

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\frac{0,1}{0,81}}^{+\frac{0,1}{0.81}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

Il est conseillé aux fondeurs de couler dans le même moule deux barreaux de flexion jumelés, dans lesquels on pourrait au besoin usiner quatre barreaux de traction. Il y aura des cas, par exemple lorsqu'un barreau aura donné un résultat un peu insuffisant, où cela vaudra la peine de casser deux, peut-être trois et même quatre barreaux. Dans ce dernier cas on voit que l'écart-type de la moyenne devient $\frac{\sigma}{\sqrt{4}} = \frac{\sigma}{2}$: la précision est exactement doublée.

8. - Le but de cette communication a été surtout d'attirer l'attention des fondeurs sur l'intérêt que peuvent présenter les méthodes statistiques.

De tous côtés on parle beaucoup de ces méthodes et le Congrès de Fonderie de 1949 aurait manqué à une tradition qui semble s'établir depuis quelque temps dans les Congrès scientifiques si une communication au moins n'avait fait allusion à quelqu'une de leurs applications.

Celle qui a été traitée, sur un exemple élémentaire, concerne la recherche. Mais il en est bien d'autres et qui sont susceptibles d'intéresser davantage les fondeurs. Ce sont par exemple les applications concernant la détermination la plus rationnelle des conditions de recette par prélèvement et surtout celles relatives au contrôle des fabrications — et l'on sait que, dans ce dernier domaine, des résultats vraiment remarquables ont été obtenus par les Anglais et les Américains.

En France, les méthodes de contrôle statistique ont commencé déjà à s'introduire dans certaines industries, en particulier dans la mécanique. Nous pensons qu'elles pourront jouer un rôle très utile dans la Fonderie, que ce soit dans le contrôle de la régularité des matières premières, de la régularité du sable de moulage au moment de l'emploi, de la qualité des noyaux, de la régularité de la composition des alliages élaborés dans les fours de fusion les plus divers, etc...

Plus généralement on peut dire que les méthodes statistiques sont appelées à intervenir utilement chaque fois que la variable étudiée présente une dispersion. Or, quelle variable, en fonderie, ne présente pas de dispersion ?

Nous souhaitons donc que les fondeurs se familiarisent avec l'emploi de ces méthodes, car ils s'apercevront bien vite, qu'à condition de les manier avec bon sens, elles constituent un excellent outil de travail, qui leur fera prendre conscience que les relations entre les phénomènes ne sont pas aussi simples que les représentations schématiques auxquelles on voudrait les réduire et qui, en même temps, leur permettra d'en faire une interprétation, parfois peut-être très nuancée, mais, en tout cas, plus conforme à la réalité.

L'auteur a tenu, en terminant, à remercier la Société des fonderies de Pont-à-Mousson qui en mettant à la disposition du Centre technique non seulement toutes les fontes nécessaires mais encore sa machine de traction Losenhausen pour le cassage des petites éprouvettes, lui a permis de mener à bien cette étude.