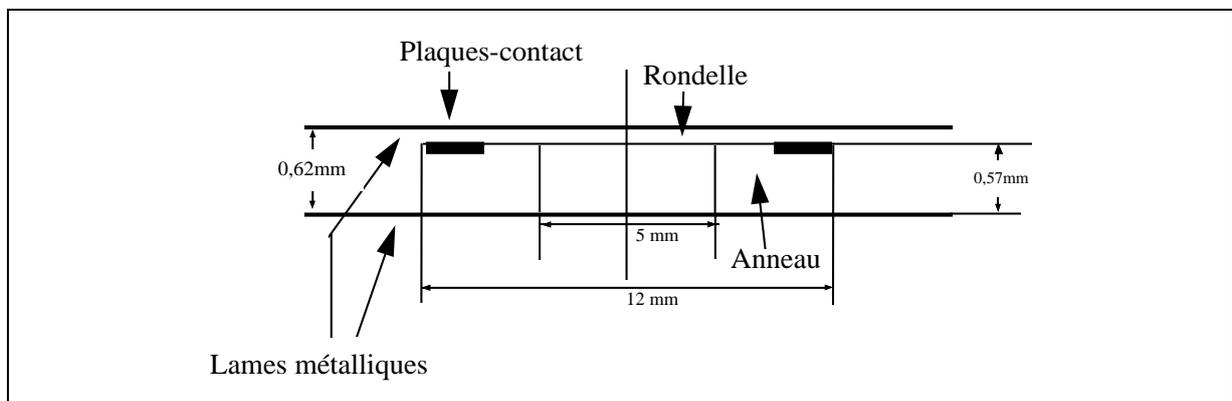


Exercice Sonar

La Société Alsacienne d'Électronique participe en tant que sous-traitant à la fabrication d'un sonar pour un projet militaire.

Dans le sonar, SAE doit réaliser 12 modules dont celui qui constitue l'objet de cet exercice. Elle est en phase de mise au point sur ce module avec une présérie de 30 unités et rencontre d'énormes difficultés d'assemblage à cause des dimensions respectives d'un anneau et d'une rondelle devant être assemblés. L'expédition doit être effectuée dans un délai d'une semaine : il y a donc urgence pour trouver une solution.

À ce point, 19 modules ont pu être montés avec les 30 jeux de pièces livrées. Les autres jeux ont été rejetés pour un problème d'ajustage. La partie qui présente ce problème d'ajustage est constituée d'une rondelle de 5 mm de diamètre et d'un anneau en nylon de 12,5 mm de diamètre extérieur. Deux lames métalliques servant de contacts électriques doivent être positionnées sur les faces planes supérieure et inférieure de l'anneau : la rondelle placée dans le trou central de l'anneau a ainsi pour fonction de maintenir leur écartement légèrement supérieur à l'épaisseur de l'anneau dans des tolérances très étroites.



L'anneau, réalisé en nylon, est obtenu par moulage à injection. Il doit avoir une épaisseur nominale de 0,57 mm avec une variation maximale de $\pm 0,05$ mm (déterminée par le Bureau des Méthodes). Son processus de production serait extrêmement coûteux si l'on voulait réduire la dispersion de l'épaisseur.

La rondelle est obtenue par estampage dans une bande métallique d'acier au carbone de 6 cm de large. Elle a une épaisseur nominale de 0,58 mm avec une variation maximale de $\pm 0,02$ mm (voir tableau). Cette bande est approvisionnée chez un grossiste en produits sidérurgiques semi-ouvrés, la SODICO, en lots de 2 000 kg soit 100 bandes de 3 mètres de long. Elles sont aussi disponibles en épaisseurs standards de 0,60 mm et de 0,625 mm avec les mêmes variations.

Le montage, simple dans son principe, est réalisé sur des postes indépendants où l'opérateur n'est pas censé (faute d'instrument de mesure et de temps) faire son propre contrôle d'ajustage avant montage. Il dispose devant lui de deux bacs où sont disposés en vrac, rondelles d'un côté, et anneaux de l'autre. Il prend au hasard une unité de chaque pour les assembler ensuite sur le module en cours de montage.

Les deux bacs contiennent 30 unités de chaque et sont réapprovisionnés par les magasiniers. Le stock en magasin peut contenir des grandes quantités de pièces puisque le marché prévu porte sur 2 000 modules à monter. Le coût de revient est de 7,50 € pour l'anneau et de 1,50 € pour la rondelle.

Pour le bon fonctionnement du produit, la maîtrise de l'écart est importante. D'une part, l'assemblage n'est possible que si l'épaisseur de l'anneau est inférieure à celle de la rondelle. D'autre part, on estime que si l'intervalle atteint 0,08 mm la probabilité de défaillance est de 10 %, et ce, de façon croissante (30 % de probabilité de défaillance pour un écart de 0,12 mm).

Il a été observé que l'assemblage était impossible dans une proportion supérieure à 25 % tout simplement parce que la rondelle était moins épaisse que l'anneau. Face à ce problème rendant tous les responsables perplexes, monsieur Dietrich, Directeur Qualité, a fait effectuer par acquit de conscience une étude complète des stocks disponibles concernant leurs épaisseurs mesurées au palmer.

Sur le tableau ci-dessous, on trouvera, pour l'anneau, les épaisseurs des 118 unités disponibles en stock et pour la rondelle, l'épaisseur de 100 bandes que l'on a retirées du stock.

Anneau		Rondelle	
Épaisseur mesurée	Nombre	Épaisseur mesurée	Nombre
0,52	1	0,600	2
0,53	5	0,595	2
0,54	4	0,590	12
0,55	14	0,585	22
0,56	21	0,580	28
0,57	28	0,575	21
0,58	23	0,570	10
0,59	12	0,565	3
0,60	7	0,560	-
0,61	1		
0,62	2		
Total	118	Total	100

Questions

1/ Monsieur Dietrich est surpris. D'après les spécifications des Méthodes, anneaux et rondelles devraient le plus souvent s'ajuster.

En effet, si l'on appelle A et R les variables aléatoires *Anneau* et *Rondelle*, on peut penser qu'elles sont indépendantes. Les limites extrêmes de tolérance étant posées comme égales à 3 écarts types (les deux lois étant considérées comme gaussiennes), les écarts types sont respectivement de 0,01667 et 0,02.

Si on calcule l'écart entre anneaux et rondelles, appelé E ($E=R-A$), Monsieur Dietrich a calculé qu'il doit avoir les caractéristiques suivantes :

– moyenne..... 0,05

– écart type..... 0,00268

Dans ce cas, le plus petit E calculé serait de $-0,0304$ (à comparer avec le plus petit écart acceptable techniquement, soit $+0,0001$). La différence entre la moyenne (0,05) et cet écart acceptable est de 0,00499 ce qui représente un écart type de 1,87. D'après une table de loi

normale centrée, il devrait y avoir 46,93 % de chances que l'écart soit compris dans la fourchette 0,05 / 0,0001, soit seulement 3,07 % d'écarts inférieurs à 0,0001. Le taux de rejet devrait donc être seulement de 3,1 %.

Quelles erreurs pensez-vous que l'analyse de Monsieur Dietrich comporte ? Refaire une analyse correcte pour évaluer le pourcentage de cas où l'assemblage sera impossible.

2/ En vous appuyant de plus sur les données statistiques relatives aux mesures physiques effectuées sur les quantités en stock, proposez des recommandations concrètes qui devraient permettre une solution définitive et viable pour le problème posé.