

5- Incertitude de mesure et choix de l'instrument de mesure adapté.

a-Comparaison de l'incertitude de mesure et de l'Intervalle de tolérance

Le choix d'un instrument et d'une méthode de mesure doit tenir compte de la relation entre la tolérance spécifiée et l'incertitude de mesure:

Après avoir vérifié que la sensibilité de l'instrument choisi est suffisante, il sera nécessaire d'estimer la valeur de l'incertitude de mesure:

La sensibilité "S" devra être inférieure au 1/10ème de l'intervalle de tolérance "IT"

$$S < \frac{IT}{10}$$

L'incertitude de mesure ne comprendra que la composante aléatoire de l'erreur de mesure.

La composante systématique (erreur de justesse) qui devra être connue permettra de déterminer la valeur corrigée de la mesure.

La composante aléatoire de l'erreur de mesure et donc l'incertitude de mesure sera assimilée à l'erreur de répétabilité qui est l'écart observé lors de mesurages successifs d'une même grandeur dans des conditions identiques (même opérateur, même lieu, mesures effectuées successivement dans une courte période de temps, même méthode).

Pour une tolérance donnée "IT", la norme spécifie une incertitude maximale admissible "Ia" égale à t/8 de part et d'autre de la zone de tolérance.

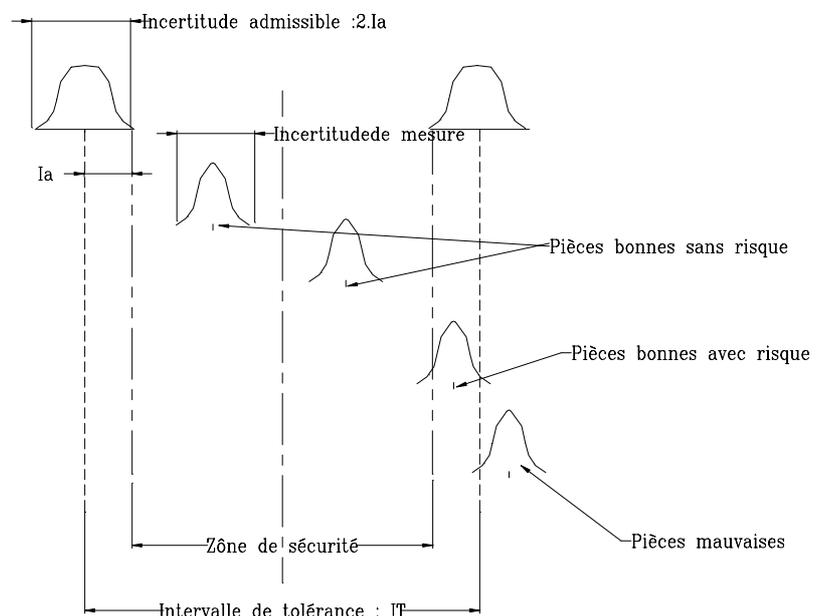
L'incertitude totale "2Ia" devra donc être inférieure au 1/4 de la tolérance:

La capacité du moyen de contrôle "Cmc" est le rapport de la tolérance de la cote mesurée sur l'incertitude de mesure. Sa valeur devra donc être supérieure à 4.

$$Cmc = \frac{IT}{2.Ia} > 4$$

Le graphique nous montre que les pièces mesurées se trouvant dans la zone utile pourront être déclarées bonnes sans risque.

Par contre si la valeur mesurée se rapproche de la limite de tolérance, le risque de déclarer bonne une pièce mauvaise apparaît.



1-Choix d'un instrument de mesure -5- Incertitudes de mesure - Page 2/4

b-Détermination expérimentale de l'incertitude de mesure.

Exemple : cote de 10 +/- 0.02

Instrument de mesure à évaluer : micromètre numérique .

Vérifier que la sensibilité de l'instrument est suffisante (0.001mm) :

$$\frac{IT}{S} = \frac{0.04}{0.001} = 40$$

est bien supérieur à 10

Cote à contrôler	Sélection de l'instrument
Cote nominale : <input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="Micromètre digital"/>
IT Sup.: <input type="text" value="0.02"/> IT Inf.: <input type="text" value="-0.02"/>	Résolution: .001
Intervalle de tolérance= .04	Acceptation de la résolution: <input type="text" value="Oui"/>
Qualité : 10	

La valeur de l'incertitude de mesure sera obtenue par la mesure d'un échantillon de 5 pièces réalisée suivant la procédure suivante :

2-Mesures des pièces en métrologie

	1	2	3	4	5
	10.01	10.018	10.027	10.033	10.040

Déterminer en laboratoire de métrologie les valeurs conventionnelles vraies de 5 pièces prises au hasard.

Sur ces 5 pièces et à l'aide de l'instrument de mesure à évaluer , effectuer une série de 5 mesures en permutant les pièces entre chaque mesure.

1-Mesures des pièces sur moyen de contrôle

	1	2	3	4	5	
1	10.008	10.017	10.028	10.032	10.039	moyenne des différences= <input type="text" value="-0.00096"/> écart type des différences: <input type="text" value="0.00079"/>
2	10.009	10.018	10.025	10.032	10.039	
3	10.009	10.016	10.026	10.031	10.039	
4	10.008	10.017	10.026	10.031	10.039	
5	10.010	10.017	10.027	10.033	10.040	

On calcule la différence entre chaque mesure et la valeur conventionnelle vraie de la pièce correspondante:

La moyenne de ces écarts nous donne le défaut de justesse = Erreur de justesse = -0.00096 mm

Résultats

Erreur de justesse : -0.00096 Capacité: 8.442

Erreur de répétabilité : +/- 0.002369 acceptance:

Erreur de mesures : +/-

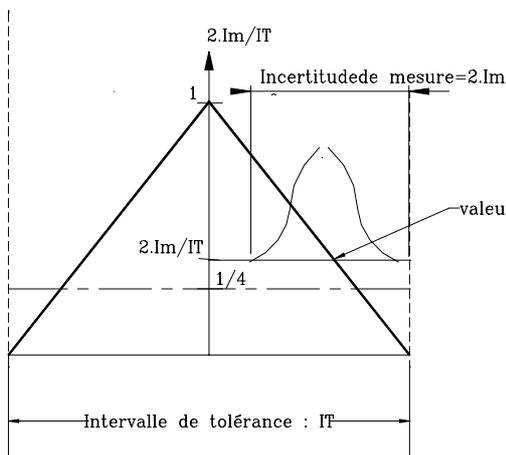
Incertitude de mesure: 0.00474

L'écart type des valeurs de ces écarts nous donne l'écart type de la dispersion de mesure: $\sigma_m = 0.00079$ mm.

L'erreur de répétabilité sera donc égale à +/- 3. $\sigma_m = +/- 0.00237$ mm

L'incertitude de la mesure sera donc de 0.0047 mm (5 microns)

La capacité de mesure est $0.04/0.0047 = 8.4$: Capacité suffisante .



La dispersion correspondante est reportée sur le diagramme ci-contre où l'ordonnée représente l'inverse de la capacité et où les deux côtés du triangle représentent la position limite de la mesure donnant une probabilité nulle de se tromper (déclarer bonne une pièce hors tolérance)

c-Exploitation des résultats

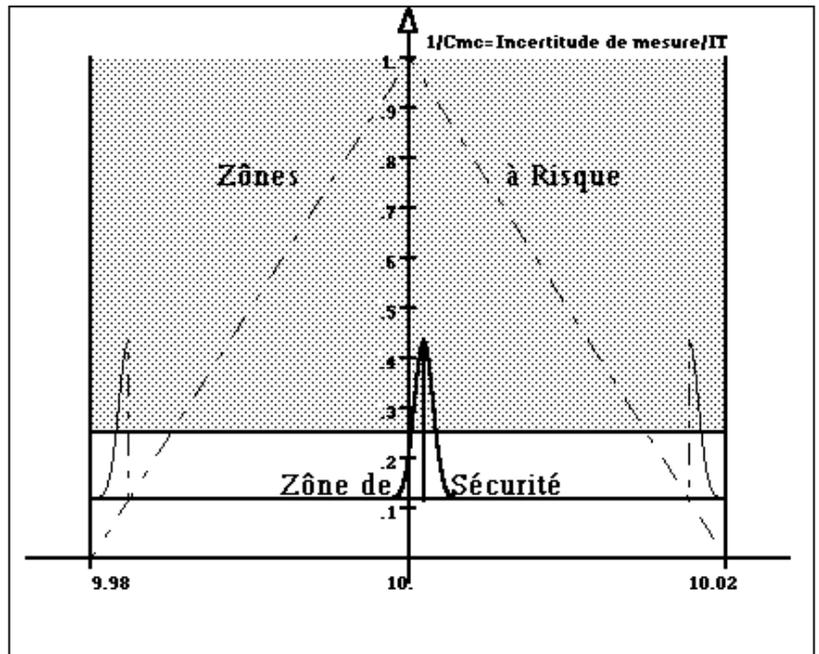
Hypothèse 1:

La capabilité est suffisante et le moyen de mesure permet de vérifier cette cote dans de bonnes conditions en limitant le risque d'erreur:

Le graphique ci-contre permet de vérifier la position de la mesure par rapport aux différentes limites :

En ordonnées,
 $\frac{1}{Cmc} < 0.25$
 cmc

Et en abscisse, la valeur mesurée est située dans le triangle prouvant que sa valeur est éloignée des limites de la tolérance d'une valeur supérieure à l'incertitude de la mesure.

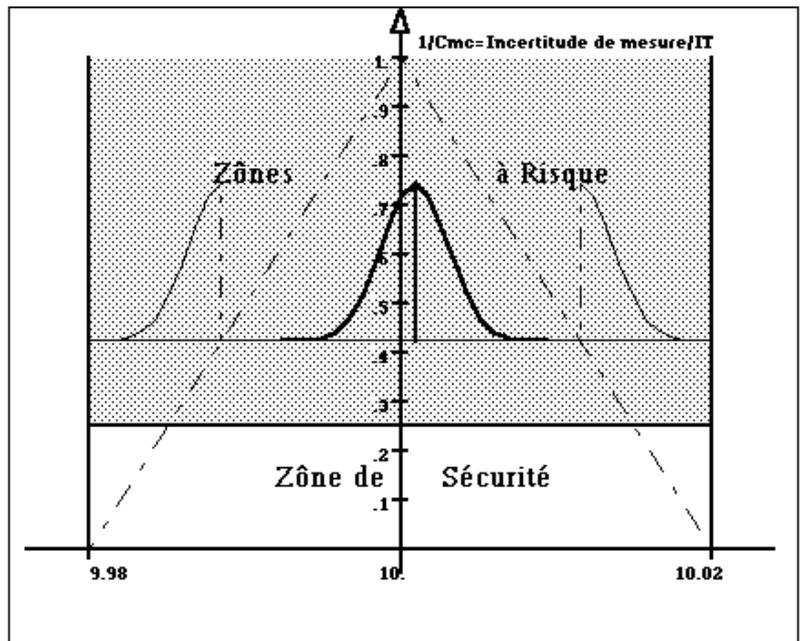


Hypothèse 2:

L'incertitude de mesure est plus importante (0.017mm) et la capabilité est inférieure à 4 (2.35)

Dans ce cas, la valeur de la mesure devra être contrôlée afin de limiter les risques d'erreur d'interprétation.

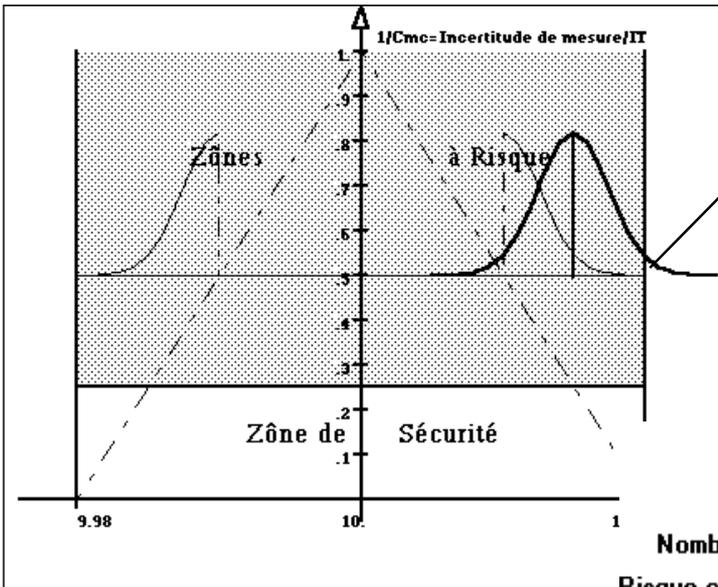
Dans le cas ci-contre, pas de risque, la mesure est bien centrée par rapport aux limites de la tolérance et le risque de déclarer bonne une pièce hors tolérance est nulle.



Hypothèse 3:

Dans le cas où la dimension mesurée est en dehors des limites de la zone de sécurité, il y a alors risque d'une mauvaise interprétation de la mesure:

Prenons le cas où la mesure se trouve dans la tolérance mais hors de la zone délimitée par l'incertitude admise :



Si la pièce est déclarée bonne, il y a un risque (représenté par l'aire de la courbe à droite de la tolérance maxi) pour que cette pièce soit hors tolérance.

Le logiciel estime ce risque à 6.7%

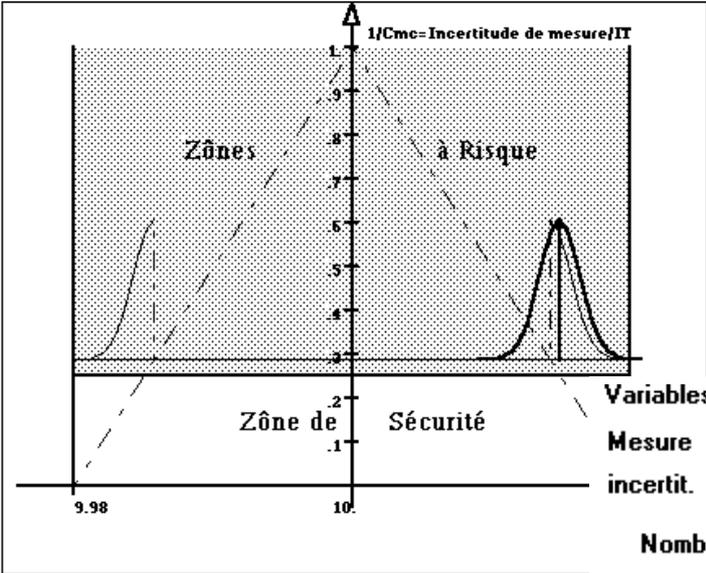
Pour limiter ce risque à une valeur nulle, il suffit de réduire la zone d'acceptation de la pièce aux limites définis par le triangle. Dans notre cas la cote de $10^{+/-0.02}$ sera

Mesure	↓	↑	↓	↑	10.014
incertit.	↓	↓	↓	↓	.02
Nombre de répétitions de la mesure					↑
Risque client de recevoir une pièce mauvaise					↓
					6.7%

vérifiée avec l'instrument étudié à l'aide des limites $10^{+/-0.009}$.

Hypothèse 4 :

Une autre solution consiste à procéder à une répétition de la mesure permettant une analyse statistique.



Dans l'exemple ci-dessous, 3 mesures successives permettent de limiter l'incertitude de la mesure et de limiter le risque d'acceptation d'une mauvaise pièce à 0.5%

Le gain de production (moins de rebuts) est compensé par une augmentation du coût du contrôle.

Mesure	10	↓	↑	↓	↑	10.014
incertit.	.00474	↓	↓	↓	↓	.02
Nombre de répétitions de la mesure					↑	3
Risque client de recevoir une pièce mauvaise					↓	5%

Conclusion :

Il apparaît clairement, que quel que soit l'instrument utilisé, il est impératif de connaître l'incertitude de mesure avant de mettre en place une méthode de contrôle d'une pièce