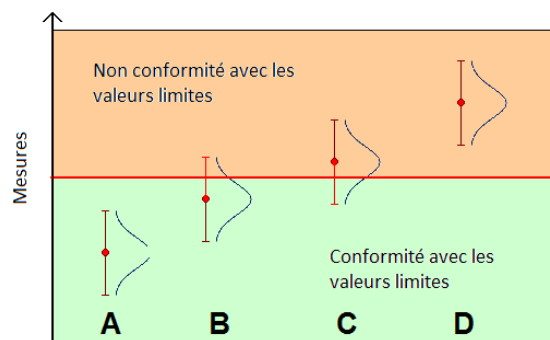


## DETERMINATION DE LA CONFORMITE A DES SPECIFICATIONS OU DES VALEURS LIMITES AVEC REFERENCE AUX INCERTITUDES DE MESURE – STRATEGIES POSSIBLES

### Introduction

L'évaluation de la conformité est une activité courante en matière d'essais, d'inspection et d'étalonnage, nécessaire pour assurer la conformité des produits, matériaux, services et systèmes aux exigences définies par des normes, des règlements, des cadres juridiques et des accords contractuels, qui visent à établir la confiance des consommateurs et à assurer la sécurité et la qualité de vie. Elle a aujourd'hui un impact majeur dans l'économie mondiale car elle implique l'acceptation et le rejet d'éléments ayant un impact direct sur l'analyse des risques, les décisions commerciales et les coûts financiers et de réputation.

Dans l'évaluation de la conformité basée sur résultats quantitatifs, différents cas peuvent se déterminant 4 options possibles (les cas A à D trouvent dans la Figure 1). Dans ce cas, les cas A et D sont sans ambiguïté car les décisions ne sont influencées par des incertitudes de mesure. Les cas B et C où l'intervalle d'incertitude de mesure chevauche la valeur limite impliquent une analyse minutieuse qui devrait établir des critères (règle de décision) pour accepter la mesure. Une partie de l'intervalle d'incertitude est hors



les  
présenter,  
se  
A et D  
pas  
Toutefois,  
mesure  
analyse  
objectifs  
dont une  
tolérance.

Figure 1 : Résultats des essais et leurs incertitudes de mesure par rapport à une valeur limite supérieure

### Une approche générale de l'évaluation de la conformité

La question de savoir ce qui doit être prouvé par l'évaluation de la conformité est déterminante pour la définition correcte d'une règle de décision : conformité ou non-conformité à une spécification ou à une valeur limite. En fonction de la réponse, le risque du fournisseur ( $\alpha$ ) ou le risque du consommateur ( $\beta$ ) doit être spécifié.

La définition d'une procédure d'évaluation de la conformité peut être basée sur les étapes suivantes :

- a. La spécification d'un mesurande (Y) et de l'élément de mesure à tester.
- b. Les résultats expérimentaux / analytiques (estimations  $y$  du mesurande Y).
- c. L'incertitude-type de mesure,  $u(y)$ , et pour un certain niveau de confiance, l'incertitude étendue.
- d. La spécification d'une limite de tolérance unique (supérieure ou inférieure) ou de limites d'intervalle de tolérance.
- e. La définition de la zone d'acceptation, de la zone de rejet et de la bande de garde en supposant une probabilité d'erreur de type I (risque fournisseur  $\alpha$ ) ou de type II (risque consommateur  $\beta$ ).
- f. Une règle de décision.

La terminologie adoptée est décrite dans des références connues, à savoir [EURACHEM Guide:2007], [ASME B89.7.3.3.1:2001] et [EUROLAB Technical Report 1/2017]. Deux d'entre eux sont particulièrement pertinents.

- **Règle de décision** : une règle documentée qui décrit comment l'incertitude de mesure sera attribuée en ce qui concerne l'acceptation ou le rejet d'un produit conformément à ses spécifications et le résultat d'une mesure.
- **Bande de garde** : l'amplitude du décalage entre la limite de la spécification et la limite de la zone d'acceptation ou de rejet.

## Établissement de la règle de décision

Dans le cas où les règlements et les normes normatives contiennent des dispositions relatives au respect des spécifications ou des valeurs limites tenant compte des incertitudes de mesure, ces dispositions doivent être appliquées. En l'absence de telles dispositions, les règles doivent être déterminées avant de procéder à des essais répondant aux exigences à la fois du marché et de la sécurité.

La norme internationale ISO 14253:2016 partie 1 : « Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité aux spécifications » établit une distinction selon que la conformité ou la non-conformité doit être déterminée avec une probabilité élevée. L'incertitude de mesure élargie  $U$  et un niveau de confiance d'environ 95 % (facteur d'élargissement  $k = 2$ ) sont généralement considérés comme suffisants. Ce n'est que dans des cas exceptionnels que l'on choisira un niveau de confiance plus élevé, par exemple de 99 % (facteur d'élargissement  $k = 3$ ).

La définition des critères de décision doit prendre en compte si la spécification est un intervalle ou une limite (supérieure ou inférieure), si des bandes de garde doivent être considérées et, dans ce cas, si elles réduiront ou élargiront l'intervalle d'acceptation. Les figures suivantes illustrent différentes possibilités ( $T_U$  - limite supérieure de tolérance ;  $G_U$  - limite supérieure de la bande de garde ;  $T_L$  - limite inférieure de tolérance ;  $G_L$  - limite inférieure de la bande de garde ;  $U(y)$  - incertitude étendue de la mesure).

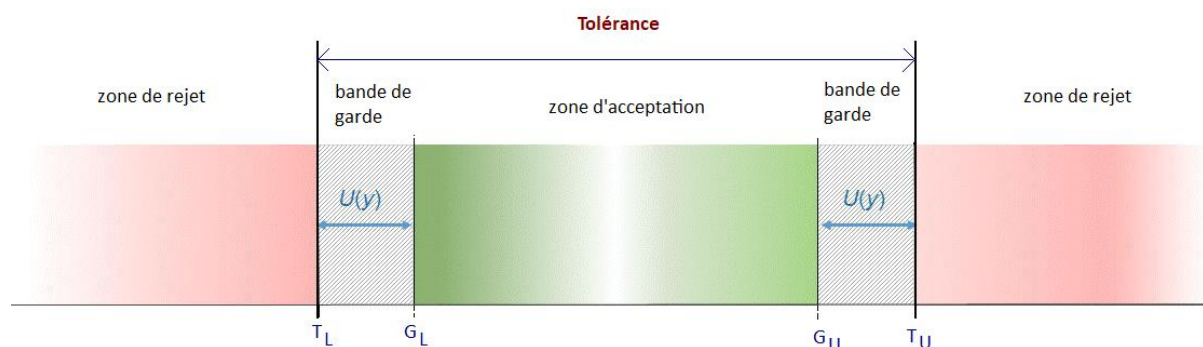


Figure 2 - Exemple de zones définies pour un intervalle de tolérance afin de minimiser le risque du consommateur

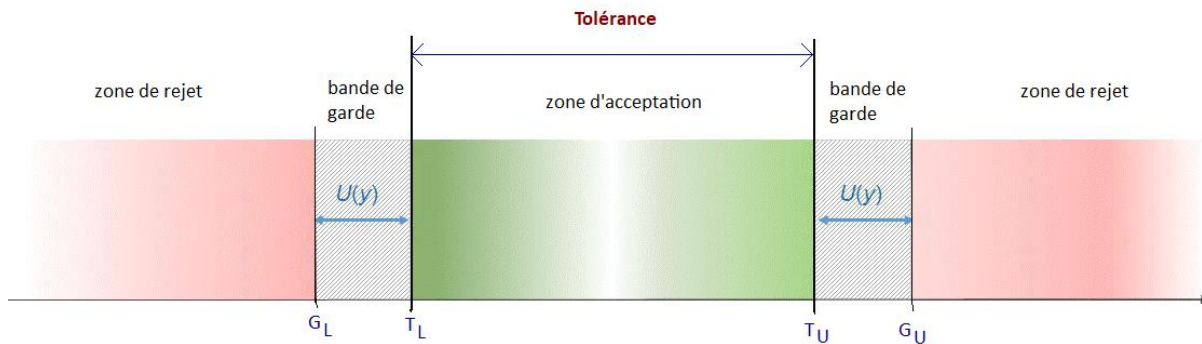


Figure 3 - Exemple de zones pour l'intervalle de tolérance afin de minimiser le risque du fournisseur

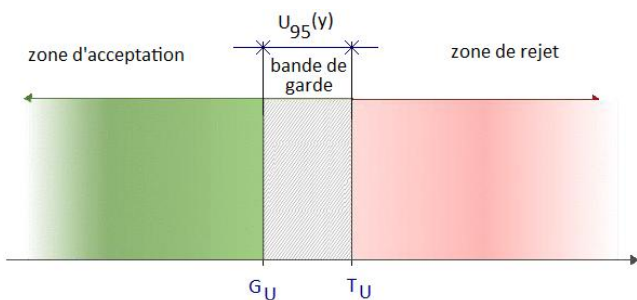


Figure 4 - Bande de garde pour la tolérance supérieure et l'acceptation, définie avec une incertitude élargie de 95 %

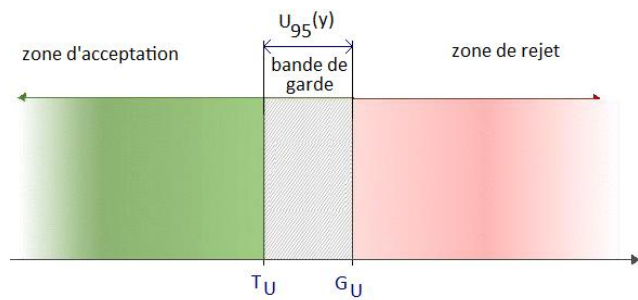


Figure 5 - Bande de garde pour la limite supérieure et le rejet, définie avec une incertitude élargie de 95 %

Pour les cas utilisant des bandes de garde, particulièrement adaptées aux résultats de mesure avec incertitude fixe, une stratégie simple pour établir une règle de décision consiste à comparer les résultats de mesure avec les limites de la zone d'acceptation, étant considérés comme conformes (acceptés) si la valeur mesurée est dans cette zone, et non conformes (rejetés) sinon.

Si les résultats des mesures peuvent avoir des valeurs d'incertitude variables, il est recommandé d'adopter une approche différente sans tenir compte des bandes de garde.

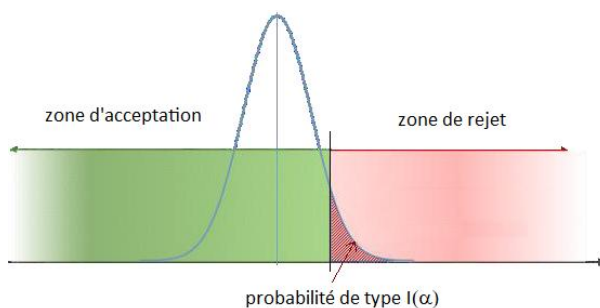


Figure 6 - Exemple avec tolérance supérieure simple

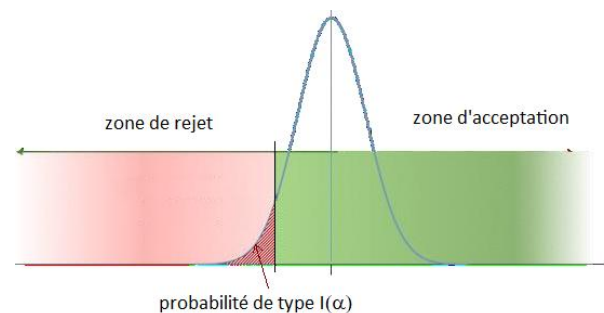


Figure 7 - Exemple avec une seule tolérance inférieure

Dans ces cas, les critères peuvent être établis en effectuant un test d'hypothèse dans lequel la réalisation de la condition  $H_0$  implique la décision d'acceptation et implique sinon la décision de rejet. Par conséquent, en supposant une probabilité d'erreur de type I ( $\alpha$ ), la règle de décision peut être exprimée comme suit :

#### Règle de décision

- **Acceptation** si l'hypothèse  $H_0 : P(Y \leq T_U) \geq (1 - \alpha)$  est vraie
- **Rejet** si l'hypothèse  $H_0 : P(Y \leq T_U) < (1 - \alpha)$  est fausse

Exemple pratique d'application :

Considérons une estimation de mesure  $y = 2,7$  mm avec une incertitude-type de  $u(y) = 0,2$  mm, une limite supérieure de tolérance unique de  $T_U = 3,0$  mm et une spécification de conformité ( $1 - \alpha$ ) de 0,95 (95 %) en supposant donc une erreur de type I = 0,05 (5 %).

Avec le résultat expérimental et la limite de tolérance, en supposant une PDF (fonction de distribution de probabilité) normale, la règle de décision sera :

- **Acceptation** si l'hypothèse  $H_0 : P(Y \leq 3,0 \text{ mm}) \geq 0,95$  est vraie
- **Rejet** si l'hypothèse  $H_0 : P(Y \leq 3,0 \text{ mm}) \geq 0,95$  est fausse

Pour estimer les probabilités liées à l'exemple donné, la probabilité de conformité ( $P_C$ ) doit être calculée en utilisant l'expression générale des PDF normales :

$$P_C = \Phi\left(\frac{3,0 - 2,7}{0,2}\right) = \Phi(1,5) \approx 0,933 \text{ (93,3\%)} < 0,95$$

En conclusion, l'hypothèse  $H_0$  est fausse et la décision à prendre est le **rejet** (non conformité).



#### Note :

Les valeurs de  $\Phi(z)$  peuvent être obtenues à l'aide de tableaux de distribution normale standard ou de logiciels ayant des fonctions permettant d'effectuer ce type de calculs, par exemple :

Fonction MS Excel™ **LOI.NORMALE.N**(x, moyenne, écart-type, cumulatif), pour le cas ci-dessus, **LOI.NORMALE.N(3,0; 2,7; 0,2; TRUE)** calculerait le résultat (0.933192799).

Davantage de détails et une liste de références se trouvent dans le Rapport Technique EUROLAB 1/2017.