



Le calcul d'incertitude de mesure

Jeudi 1 juin 2006



INTRODUCTION

Introduction

L'IMQ en quelques mots:

Association – 1986 – Toulon

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

Nos métiers:

Mesure et contrôle

Systèmes de management OSE et Développement Durable

Nos services:

Prestations techniques (en laboratoire et sur site)

Formations

Information

Accompagnements

Recherche et Développement

CENTRE
TECHNOLOGIQUE

Page 2



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

L'expérience de l'IMQ : Le COFRAC

COFRAC: COmité FRançais d'ACcréditation

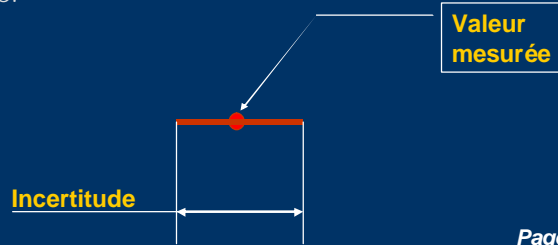
IMQ accrédité pendant 20 ans Pour 17 types de mesure

80% d'étalons et 20% de moyens de mesure

Reconnaissance de compétences techniques

Obligation de maîtriser les Incertitudes de mesure

Incertitudes de mesure (VIM) : Paramètre, associé au résultat de mesurage qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient être raisonnablement attribuées au mesurande.



Page 3



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

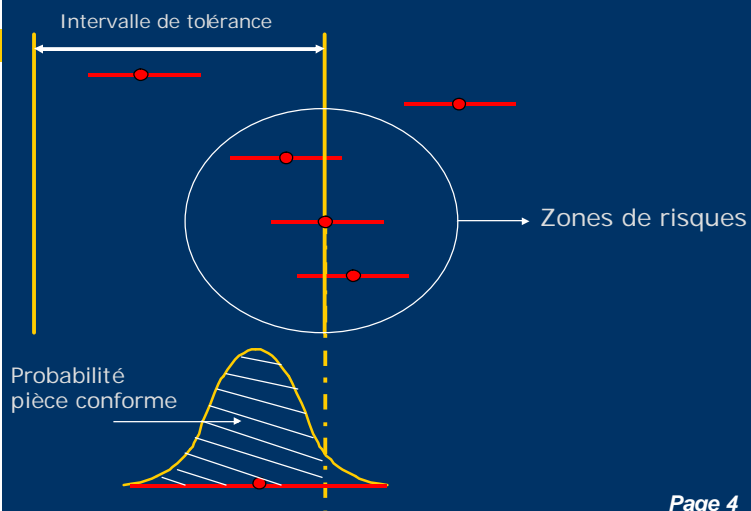
Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

Expérience IMQ : Conformité

Le besoin: déclaration de conformité d'un produit par rapport aux tolérances associées, mesure avec niveau de confiance...



Page 4



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

Expérience IMQ : Méthodes

Le GUM: Guide pour l'évaluation des incertitudes de mesure

Loi de propagation des incertitudes...

$$u^2_c(I) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial I}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left(\frac{\partial I}{\partial x_i}\right) \left(\frac{\partial I}{\partial x_j}\right) u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j)$$

Modélisation mathématique de la mesure puis calcul

Exemple: $U=RI$

$R = ? I/S$ (? : la résistivité du matériaux)

Un calcul d'incertitude n'est valide que pour un type de mesure donné: changement d'un paramètre -> changement de l'incertitude

Page 5



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

Expérience IMQ : Mesures complexes

• Mesures tridimensionnelles: évaluation des IDM complexe par la méthode GUM !

• Méthodes statistiques avec les intercomparaisons:

Principe:

mesurer un même produit par des laboratoires différents

Avantages:

Méthode applicable à tout type de mesure

Ne nécessite pas la connaissance de tous les paramètres d'influences

Inconvénients:

Avoir suffisamment de laboratoires qui réalisent les mêmes prestations pour constituer un échantillon représentatif

Organisation de l'intercomparaison et traitement des résultats...

Page 6



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

L'incertitude U en pratique : approche économique



98 km.h⁻¹ à (U = ± 5 km.h⁻¹ à ± 2s)

30€ le km.h⁻¹


Quels coûts associer aux traitements de dérogations sur des résultats incomplets? (sans IDM : NC non fondées!)

Une série de produits rebutés pour cause de rugosité non conforme... Rt 1,6 μm U ± 7%

Lors des premières certifications on évoquait souvent le traitement des Non Conformités...

Y associait-on la notion d'incertitude?

Page 7



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion

CENTRE TECHNOLOGIQUE

L'aspect réglementaire

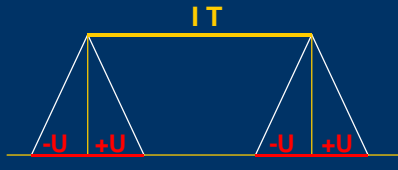
L'incertitude doit être évaluée... Tout résultat de mesure ou d'étalonnage ou d'essai dont on ne connaît pas l'incertitude n'a aucune valeur métrologique. Il ne peut être comparé à un autre résultat.

COFRAC

L'incertitude est validée dans les laboratoires...
Ne pas "casser" la chaîne des incertitudes.

ISO 14253

Rapport U et Intervalle de Tolérance...



$$Cp \text{ moyen} = \frac{IT}{EMI}$$

$$Cp \text{ processus} = \frac{IT}{2U}$$

Lors de la conception : pensons incertitude!

Page 8



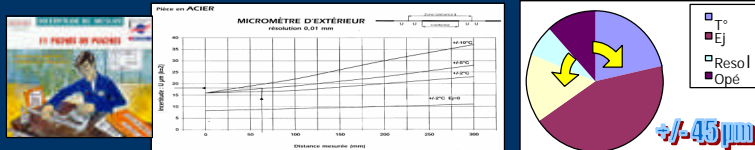
- Introduction
- Notre expérience
 - COFRAC
 - Conformité
 - Méthodes
 - Mesures complexes
- L'IDM en pratique
 - L'approche économique
 - L'aspect réglementaire
- L'apport sur le plan technique
- Sur le plan psychologique!
- Conclusion
- CENTRE TECHNOLOGIQUE

L'incertitude en pratique : approche technique

Evaluer les incertitudes c'est utiliser les connaissances, le savoir faire de l'entreprise... le bon sens du métier... et les associer à une "recette de cuisine" dans un premier temps... Se remettre en cause.

Communiquer avec la production ou le client...

Mettre en place des moyens pratiques...



Approfondir pour des cas plus complexes ou critiques...

$$U = +/- \sqrt{A^2 + B1^2 + B2^2 + \dots + Bn^2}$$

Et s'il le faut aborder la loi de propagation...

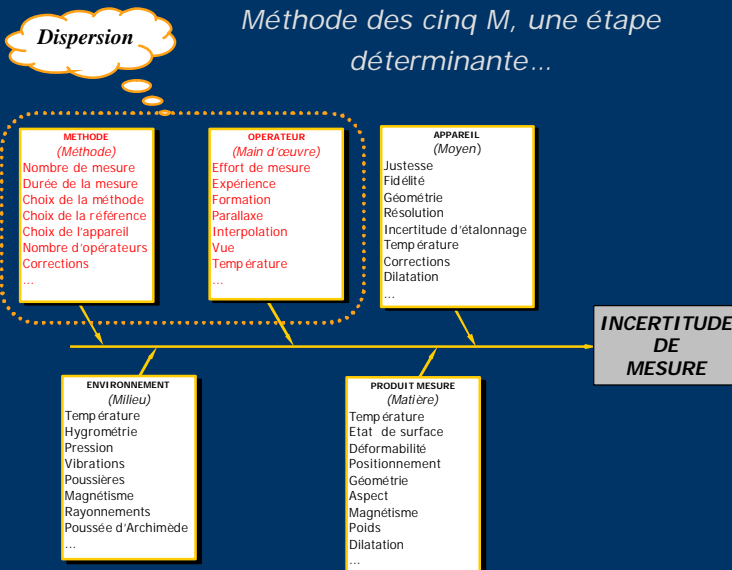


- Introduction
- Notre expérience
 - COFRAC
 - Conformité
 - Méthodes
 - Mesures complexes
- L'IDM en pratique
 - L'approche économique
 - L'aspect réglementaire
- L'apport sur le plan technique
- Sur le plan psychologique!
- Conclusion
- CENTRE TECHNOLOGIQUE

L'incertitude en pratique : approche technique

La base des méthodes pratiques...

Méthode des cinq M, une étape déterminante...





Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique


L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion



Sur le plan psychologique

ELLE rassure...

Dans un certificat d'étalonnage... Résultats annoncés avec une incertitude de :

$U = \pm 0,00001$ si

ELLE effraie...

Dans le cas du contrôle d'un outillage de 8m X 2m X 2m à 0,2 mm près...

Moyen : **LE LASER** (Une référence!)


Accepter les paramètres influents...

K acier : $\pm 0,1$ mm/°C (sur 8m)

Conditions atelier : $\pm 3^\circ\text{C} \pm 5$ mbar ± 10 Hygrométrie $\pm 0,05$ mm (sur 8m)

Quoi qu'il en soit ELLE existe!

Page 11



Introduction

Notre expérience

COFRAC

Conformité

Méthodes

Mesures complexes

L'IDM en pratique


L'approche économique

L'aspect réglementaire

L'apport sur le plan technique

Sur le plan psychologique!

Conclusion



CONCLUSION

Les intérêts de la réflexion sur les incertitudes...

Des gains économiques au vu des litiges évités...

Un passage obligé pour démontrer l'aptitude...

Un savoir faire validé et reconnu...

Un regard univoque sur la mesure pour rassurer...

Une erreur n'est fausse que lorsque celui qui l'a commise s'est trompé...

Pierre Dac.

Page 12