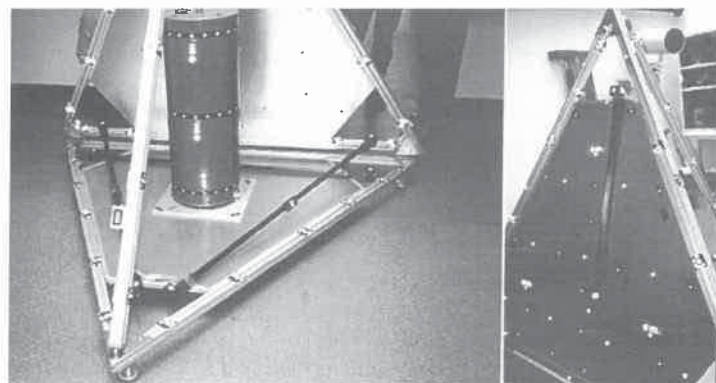


m é t r o l o g i e 3 D

résultats de l'intercomparaison dans le domaine de la métrologie 3D par procédés optiques



Alain-Martin Rabaud (Métride)
Jean-Luc Lubawy (EDF CNEPE)

RÉSUMÉ

Le groupe de travail Mesures Tridimensionnelles par Procédés Optiques (MTPO) du Collège de Métrologie du Mouvement Français pour la Qualité (MFQ) a réalisé une intercomparaison des méthodes employées dans l'industrie : mesures polaires par tachéomètre, intersection spatiale par théodolites, par photogrammétrie et les méthodes plus récentes telles que vidéogrammétrie, balayage laser... Un tétraèdre de 2 m d'arête a été mesuré par 36 participants. Les résultats de ces mesures démontrent une bonne maîtrise des techniques de mesure, avec quelques disparités, mais montrent aussi que l'incertitude de mesure est difficile à appréhender, tant au niveau des points élémentaires que des calculs géométriques.

POURQUOI UNE INTERCOMPARAISON ?

La mise en œuvre de mesures par procédés optiques dans le domaine de la métrologie dimensionnelle en milieu industriel est de plus en plus fréquente. Le groupe de travail MTPO a été créé en 1992, au sein du Collège de Métrologie du MFQ, à l'initiative des différents utilisateurs de ces techniques.

La préoccupation principale commune est l'assurance de la qualité de la mesure, du fait de son existence contractuelle et de sa nécessité technique. L'opération de mesurage étant généralement destinée à prouver la conformité d'un produit à sa spécification, la connaissance du niveau d'incertitude et les conditions de traçabilité deviennent indispensables.

Compte tenu de la complexité des techniques mises en œuvre, il n'existe pas de principe validé et reconnu tant au niveau national qu'international pour estimer ces incertitudes et garantir la traçabilité. Pour identifier et quantifier les différents paramètres, le groupe de travail propose une approche globale qui repose sur une intercomparaison.

L'OBJET DE L'INTERCOMPARAISON

Il s'agit d'un tétraèdre de 2 m d'arête, réalisé en profilés d'aluminium. Il est constitué de deux triangles dont la partie intérieure est remplie par un plan en composite aluminium et d'une barre de liaison entre les deux triangles pour le mettre en place lors de la mesure. L'ensemble est démonté pour le transport d'un site de mesure à l'autre.

Les points sont matérialisés pour la plupart par des inserts. Les éléments tels que le plan et le cylindre seront ciblés par les participants selon les méthodes conventionnelles qu'ils utilisent pour la mesure de surfaces ou de volumes. Enfin, trois inserts servent à constituer le référentiel de l'objet dans lequel seront exprimés tous les résultats de mesure.

LA PRESTATION DE CHAQUE PARTICIPANT

Une spécification est remise à chaque participant. Après avoir installé le tétraèdre en position de mesure et initialisé son système de mesure, il doit réaliser la mesure des inserts, la mesure du plan et du cylindre. Le traite-

ment des résultats consiste à exprimer tous les points dans le référentiel de la pièce, puis à calculer quelques caractéristiques géométriques (distances, planéité, diamètre, volume...).

À chaque point mesuré et caractéristique calculé, le participant évalue l'incertitude de mesure associée.

Avec le rapport fourni, un questionnaire comprend des informations sur les matériels et logiciels utilisés, le suivi périodique, et les méthodes employées.

LES MÉTHODES DE MESURE UTILISÉES

La répartition entre les méthodes utilisées est la suivante :

• Théodolite par intersection	22
• Tachéomètre	4
• Photogrammétrie	4
• Vidéogrammétrie	3
• Autres méthodes	3

La méthode par théodolites est la plus utilisée pour cette intercomparaison. C'est le reflet de la réalité dans les différentes industries représentées :

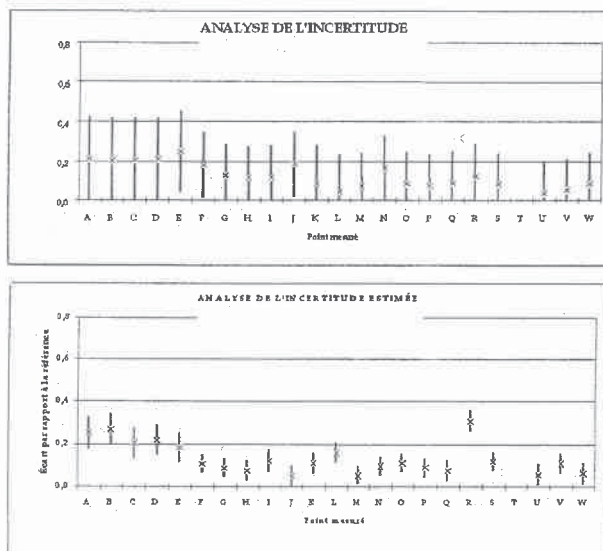
- L'aéronautique.
- La construction navale.
- L'automobile.
- L'énergie.
- Les prestataires de service.

LE PRINCIPE DE L'ANALYSE DES RÉSULTATS

Le principe de l'analyse a été de vérifier, en préambule, les points suivants :

- L'objet, pendant toute l'intercomparaison, est resté répétable dans la limite de l'incertitude des méthodes employées.
- La répartition des résultats correspond à une loi normale.

Ensuite, pour chaque résultat de participant, il a été établi un graphique de la répartition des résultats, associé à l'intervalle de confiance déclaré.



Ces deux graphes illustrent les différences notables sur la maîtrise de l'incertitude selon les participants.

Enfin, pour chaque type de résultat, un graphique est édité pour visualiser, pour chaque famille de méthode, le niveau d'incertitude obtenu. De même, pour les résultats de calculs, des graphiques permettent de visualiser la propagation de l'erreur élémentaire sur la caractéristique finale.

CONCLUSIONS

Les premières analyses permettent de tirer les conclusions préliminaires suivantes :

- L'objet utilisé pour l'intercomparaison a conservé ses caractéristiques.
- Le niveau d'incertitude pressenti pour chaque méthode est à peu près respecté.
- La maîtrise de la mesure des points élémentaires est évidente pour l'ensemble des participants, mais des points aberrants peuvent apparaître.
- La maîtrise de la détermination de l'incertitude est moins évidente, surtout lorsqu'il s'agit de résultats de calculs de caractéristique (évaluation de la propagation des erreurs).

L'ensemble de ces résultats, après finalisation de l'analyse, a été présenté, lors d'un séminaire, le 23 janvier 1998, à TOURS (37) dans les locaux d'EDF-CNEPE. Un recueil est édité à cette occasion et disponible auprès du MFQ.

AFT ADHEREZ

L'Association Française de Topographie est le lieu géométrique où se rencontrent les grandes écoles de la nation et de la topographie, les organismes de la profession, et surtout ceux qui ont à connaître de la topographie, opérateurs et utilisateurs.

Vous y partagerez l'expérience et le savoir avec vos collègues de tous les secteurs, vous y trouverez un lieu d'échange et une connection avec vos besoins professionnels, vous y rencontrerez la solidarité du métier.