

LA METROLOGIE DIMENSIONNELLE DANS LE PROCESSUS QUALITE

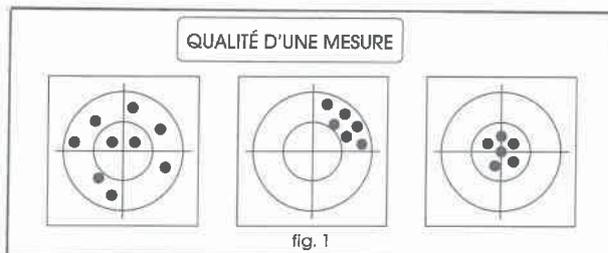
Par Xavier Soudan

Aérospatiale, Direction Qualité. Management de la Qualité



1. MAITRISE DES RÉSULTATS DE MESURE

Maîtriser nos résultats de mesure est une nécessité impérieuse afin d'apporter les éléments de preuve à nos clients et que les performances spécifiées soient tenues. Pour cela nos moyens de mesure doivent être aptes à réaliser des relevés avec un niveau de confiance requis et non pas avec des niveaux de dispersion ou d'incertitude tels que représentés sur les deux premières cibles de la figure n°1.



18 Novembre 1993 | A/DQ/QM/Indus n° 697.105/93 © AEROSPATIALE 1993

Le résultat d'une mesure est le produit d'un processus représenté dans la figure 2 dans lequel tous les acteurs sont tour à tour client et fournisseur et ceci quelle que soit la Direction "traversée" par ce processus.

1. 1. Spécification de résultats de mesure à atteindre

Nos clients, Service Officiel, Compagnies Aériennes, imposent des exigences en matière de sécurité, performance... qui vont se traduire entre autres par l'intermédiaire du Bureau d'Études en spécifications de résultats de mesure à atteindre.

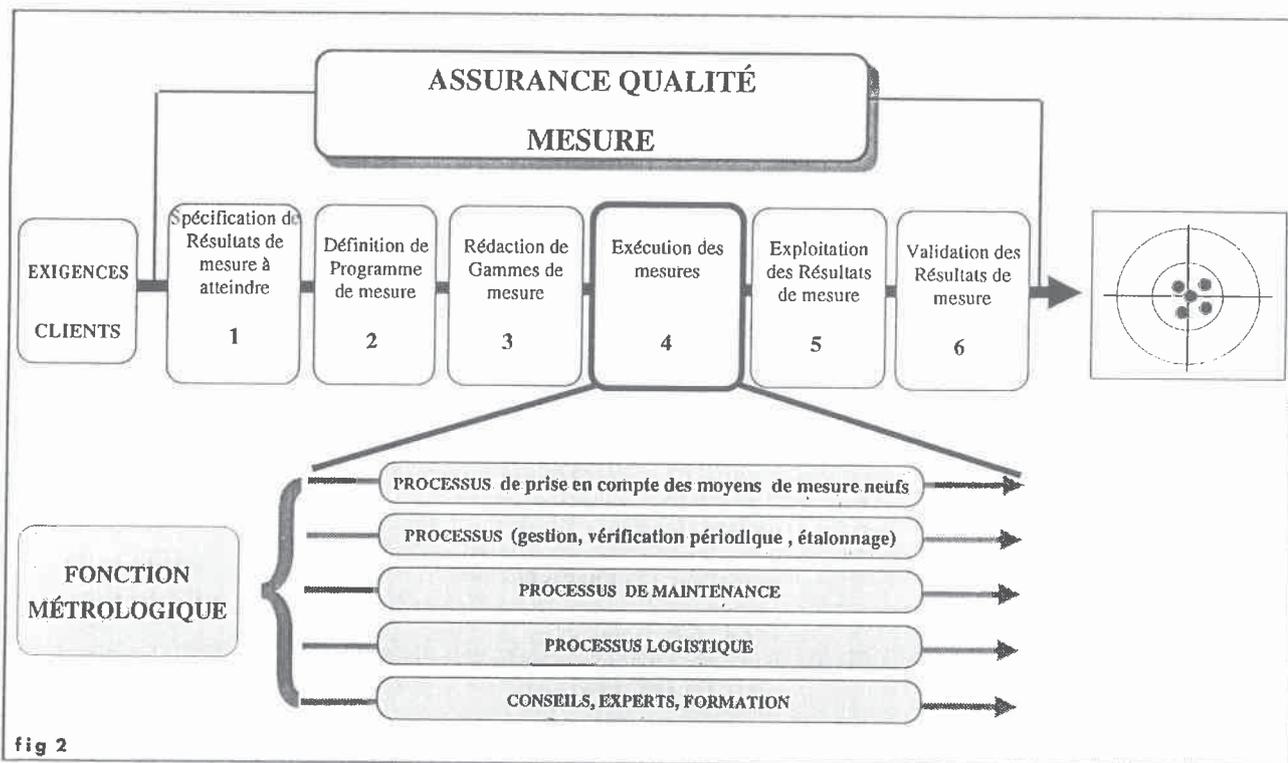


fig 2

18 Novembre 1993 | A/DQ/QM/Indus n° 697.105/93

© AEROSPATIALE 1993.

1. 2. Définition de programme de mesure

Ensuite, dans un autre service on définit un programme de mesure : c'est le "Bureau d'Étude Outillage" qui va concevoir quels sont les moyens de mesures qui réaliseront ces contrôles. Si ce sont des théodolites, on choisit à ce stade quels sont les points d'implantation à vérifier.

1.3. Rédaction de gamme de mesure

Puis dans le "Service Méthode Industrialisation" on écrit la gamme de mesure. On définit à ce moment là quels types de théodolites utiliser (suivant leur gamme d'incertitude de mesure), le nombre de théodolites, le nombre d'intersections (redondance) et le niveau de qualification des utilisateurs.

1.4. Exécution des mesures

Les mesures sont alors exécutées soit par les gens de la Qualité, soit par ceux de la production.

On voit ici que la mesure n'est qu'une étape d'un processus plus complet (étape 4 de la figure 2). Elle constitue le Chapitre 11 de la norme ISO 9001 : "Maîtrise des moyens de mesure, de contrôle et d'essai".

Cette maîtrise se définit par :

1.4.1. La prise en compte des moyens de mesure neufs

Lors de la réception du matériel neuf, il s'agit de vérifier :

- l'adéquation du matériel avec les spécifications et les gammes de mesure,
- l'existence des certificats requis dans le cahier des charges.

1.4.2. La vérification et l'étalonnage

L'étalonnage est une courbe d'erreur dont on tient compte pour fournir un résultat.

La vérification périodique consiste à déterminer la validité de l'appareil de mesure.

Suivant ce que l'on fait du résultat de l'étalonnage ou de la vérification, on obtient soit un certificat d'étalonnage soit un jugement sur l'aptitude à réaliser des mesures correctes. Ces deux opérations étant très différentes, le prix l'est également...

La maîtrise consiste ici à fixer a priori les fréquences de vérification et d'étalonnage.

1.4.3. La maintenance

Il s'agit de définir en quoi consiste la maintenance du matériel.

1.4.4. la logistique

Les moyens de mesure sont transportables. Il faut donc garantir que cette logistique ne dégrade pas les caractéristiques des instruments.

2 - CHOIX D'UN MOYEN DE VÉRIFICATION APPLIQUÉ AUX BATIS D'ASSEMBLAGE

Méthodes Caractéristiques	S.M.I Kern	Photogrammétrie	Métroptique	Système polaire
Dimensions des objets à mesurer	+	+	-	+
Mobilité du moyen	+	++	-	++
Temps de préparation	+	-	--	+
Temps de calculs	++	--	+	++
Temps d'immobilisation de l'objet à mesurer	-	++	--	+
Utilisation d'outillages spécifiques	-	-	--	-
Incertitude de mesure	++	++	+/-	+
Nombre d'opérateurs	-	+	-	+
Espace nécessaire	-	-	+	+
Stabilité de l'environnement physique	-	+	--	-

fig 3

2. CHOIX D'UN MOYEN DE VÉRIFICATION

Présentation de photos d'Airbus et d'outillage.

Les systèmes par intersections sont de trois types :

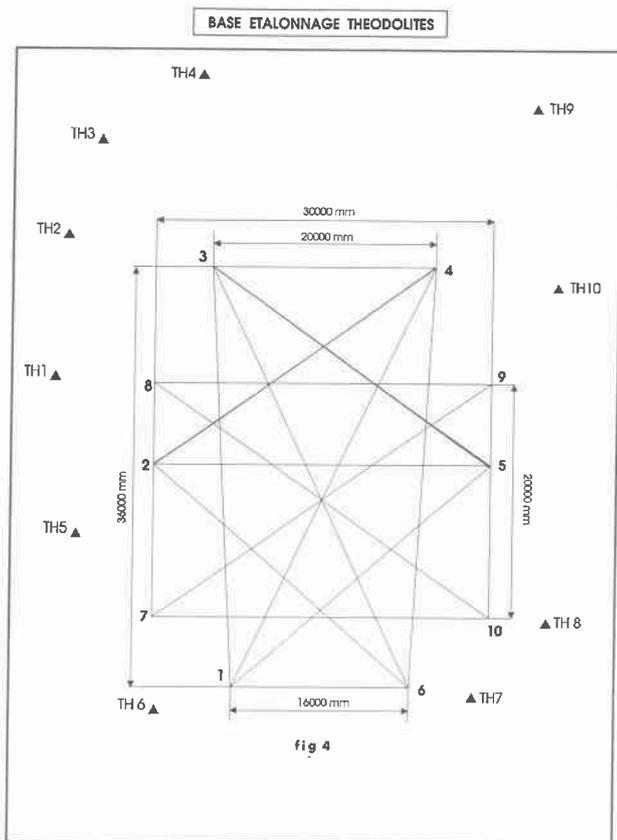
- systèmes photogrammétriques,
- systèmes métroptiques,
- systèmes polaires.

Après évaluation des moyens existant sur le marché, nous avons retenu les théodolites par intersections.

les critères de choix étaient l'incertitude de la mesure et la rapidité de calcul et fourniture du résultat.

3. MAITRISE DU MOYEN RETENU : ETALONNAGE

Des étalonnages ont été réalisés à l'aide de longueurs étalon disposées suivant la figure 4. Les incertitudes évaluées sur ces distances sont de $\pm 0,01$ mm. Les théodolites ont été positionnés d'après des résultats obtenus par simulation dans le but d'optimiser les convergences et le nombre d'intersections pour chaque point à identifier.



3 - MAÎTRISE DU MOYEN RETENU (raccordement aux étalons)

**RESULTATS DE MESURES COMPARATIVES
THEODOLITES / FILS INVAR**

Référence ligne	Longueur en mm		Ecart en mm
	Etalon	Mesurée	
07-08	20 001,71	20 001,05	-0,66
08-09	29 999,98	30 000,47	0,49
09-10	19 992,65	19 992,83	0,18
07-10	29 995,23	29 995,37	0,14
07-09	36 051,60	36 051,87	0,27
08-10	36 052,33	36 052,28	-0,05
01-03	35 914,44	35 914,44	0,00
03-04	20 002,58	20 002,62	0,04
04-06	35 894,49	35 894,87	0,38
01-06	15 994,04	15 994,20	0,16
01-04	40 120,63	40 120,40	-0,23
03-06	40 106,11	40 106,03	-0,08
02-04	30 000,48	30 000,43	-0,05
02-06	29 997,48	29 997,86	0,38
03-05	29 991,62	29 991,57	-0,05
01-05	30 000,19	30 000,26	0,07
02-05	29 991,46	29 991,56	0,10

Amplitude des écarts en mm : 1,15 mm
 Moyenne des écarts en mm : + 0,07 mm
 ECART TYPE : +/- 0,27 mm
 Incertitude relative moyenne : $\pm 1 \sigma = \pm 1.10^{-5}$

fig 5

18 Novembre 1993 | A/DQ/MI/Indus n° 697.105/93 | ©AEROSPATIALE 1993

Les résultats présentés dans le tableau de la figure 5 montrent les écarts relevés au cours de cette séance d'étalonnage.

4. ÉVALUATION DE MOYENS DE MESURE TRIDIMENSIONNELLE

Nous avons également évalué des matériels nouveaux : les systèmes polaires LEICA TC2002 et SOKKIA NET 2.

Ce sont des systèmes très intéressants, car ils peuvent fonctionner avec un seul opérateur, ils prennent en compte nos environnements qui ne sont pas toujours faciles, de plus ils ont un prix très attractif.

Ce sont des systèmes polaires.

Ils ont été évalués en 1993, par La Division Espace et Défense aux Mureaux et la Division Avions à Toulouse.

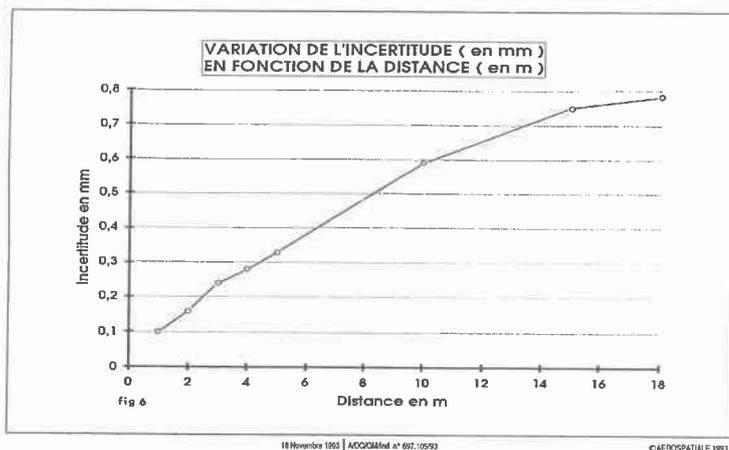
Les résultats sont présentés dans la figure 6.

Ces systèmes sont très sensibles à l'orientation des cibles. Suivant l'orientation, on peut dégrader l'incertitude de mesure d'un facteur 2 (Comparer les deux colonnes entre elles).

L'incertitude est 4 fois moins bonne que les mesures d'intersections (elle est de l'ordre du millimètre : voir la ligne 2 du tableau).

Pour des courtes distances et des incertitudes de l'ordre du millimètre, ces systèmes sont très intéressants car beaucoup moins chers que les systèmes par intersections.

La courbe d'étalonnage de la figure 7 montre que l'incertitude ne se dégrade pas en



fonction de la distance (pour les distances utiles dans l'industrie bien sûr).

4 - ÉVALUATION DE MOYENS DE MESURE TRIDIMENSIONNELLE

ESSAIS COMPARATIFS

VOLUME D'ESSAIS	Cibles orientées normale / Instrument		Cibles orientées 45° / Instrument	
	LEICA TC 2002	SOKKIA NET 2	LEICA TC 2002	SOKKIA NET 2
5 m x 3,2 m x 2 m (Machine à Mesurer MAUSER)	± 0,2 mm soit : ± 4, 10 ⁻⁵		± 0,4 mm soit : ± 8, 10 ⁻⁵	
18 m x 7 m x 3,5 m (ECDS 3 LEICA)	Non essayé	± 0,8 mm soit : ± 4,4, 10 ⁻⁵	Non essayé	± 0,8 mm soit : ± 4,4, 10 ⁻⁵

fig 7

18 Novembre 1993 | ADOGM/Inf n° 697.0593

CAEROSPATIALE 1993

5. CONCLUSION

Maîtriser nos résultats de mesure est une nécessité, en vue d'améliorer notre crédibilité vis-à-vis de nos clients en leur apportant chaque fois que cela est nécessaire les éléments de preuve de cette Maîtrise.

Cette maîtrise repose en outre sur le respect des règles décrites par la Fonction Métrologique.

GÉOÏDE Systèmes annonce sa création

GÉOÏDE Systèmes, société au caractère novateur est spécialisée dans la création, l'édition et la distribution de logiciels informatiques et matériels destinés à la mesure dans le Bâtiment et l'Industrie.

GÉOÏDE Systèmes, commercialise :

Laser 3D® logiciel d'acquisition de points et de modélisation 3D.
Prix spécial aux Trophées Apple en Septembre 1992.

Pointer 3D® laser d'aide au pointage pour les stations totales Géotronic

GÉOÏDE Systèmes, annonce la sortie fin septembre de toute une gamme de logiciels et de matériel fonctionnant sur le révolutionnaire NEWTON d'Apple Computer :

Laser 3D® Version Newton.
Shield® Boitier tout terrain pour le Newton.

Liaison radio conforme aux normes européennes.
Lecteur scanner de codes barres.
GPS de localisation.
Éclairage de l'écran.

GÉOÏDE Systèmes
1, rue de la briqueterie - A340
27200 VERNON

SUR NOTRE AGENDA

• **11 - 14 oct.** Paris - Rouen - Le Havre - Colloque International "Vivre et habiter la ville portuaire, les relations ville et port, l'identité de la ville portuaire, les espaces Ville-port" - Exposition - (Plan construction et architecture - Grande Arche).
92055 - La Défense Cedex 04 - Tél. : 40 81 21 22

• **27 - 28 oct.** Lisbonne - Conférence sur les aspects juridiques des multimédia et des SIG (R. Swetenham - DGXIII, Office : B41018A, Bât. J. Monnet, plateau du Kirchberg, L - 2920 - Luxembourg - Tél. : (+ 352) 4301 - 32400).

• **30 nov. - 3 déc.** Paris - Premier congrès mondial sur les applications télématiques aux transports. "La route intelligente" - Exposition - Visites - (Wagons-lits - Service Congrès. 50, Rue de Londres - 75008 Paris - Tél. : 44 90 33 10).

• **23 - 24 mars 1995.** Bordeaux - "villes en projet" - colloque - (J. P. Charrié - CESURB - Géographie - Maison des sciences de l'Homme d'Aquitaine - Domaine universitaire - 33405. Talence - Tél. : 56 84 50 47).

• **2 - 5 mai 1995.** Köln - "Géotechnica - Exposition commerciale et congrès pour les géosciences et les géotechnologies" - Thème : la conservation de la Terre - (A. Wegener - Stiftung - Wissenschaftszentrum - Ahrstrasse 45 - D 53175 Bonn. - Tél. : 02281 302 260).