


 ZOOM

PMI : GD&T* ET MÉTROLOGIE 3D

Si l'on évoque l'Industrie du Futur au bureau d'études, les concepteurs citeront les vocables de chaîne numérique et de maquette 3D. Les PMI (données de produit et de fabrication) ont été créées pour définir, sans possibilité d'erreur d'interprétation, les composants en vue de leur fabrication, de leur contrôle et de leur assemblage.

La conception d'un produit industriel en 3D intègre toujours différents questionnements :

- Interchangeabilité des composants.
- Définition du process de réalisation qui aura un impact direct sur la conception (par exemple en fabrication additive).
- Méthode de contrôle.
- Montage/assemblage.
- Dimensionnement et tolérancement géométrique.
- Maintenance du produit.
- Cycle de vie.

Le réalisateur de la maquette 3D imposera des exigences par l'intermédiaire de contraintes :

- En définissant des spécifications dimensionnelles, géométriques et d'état de surface (GD&T).
- En spécifiant les matériaux (composition chimique, traitements mécaniques et thermiques).
- En inscrivant des annotations 3D (FT&A).

Cette maquette numérique sera ensuite diffusée en interne (vers les différents services) et en externe (vers les sous-traitants).

UNE LECTURE UNIVOQUE IMPOSE LE STRICT RESPECT D'UNE NORME DE DÉFINITION DES PMI.

Hélas, deux normes cohabitent : ISO-GPS (Spécifications Géométriques des Produits) en Europe ainsi que dans le monde à l'exception de l'Amérique du Nord et centrale, et ASME (American Society of Mechanical Engineers) pour les entreprises américaines.

Ces deux référentiels utilisent en grande partie la même symbolique

(socle commun) pour spécifier le besoin avec quelques fois des différences significatives, chaque référentiel possédant en outre ses propres modificateurs additionnels (il y a par exemple 13 principes par défaut dans l'ISO 8015 dont l'indépendance, la responsabilité).

LES EXIGENCES IMPLICITES, SOUVENT INTERPRÉTABLES, SONT À BANNIR.

Il y a quelques années il y avait beaucoup d'exigences implicites dans les normes en plus des us et coutumes. Chaque service définissait des exigences complémentaires voire parfois contradictoires : la fabrication mettait en avant sa connaissance du besoin fonctionnel, la métrologie faisait part de son savoir-faire en contrôle. Ceci n'est plus possible dans le cadre de la chaîne numérique (intégrité du modèle type Blockchain). Un concepteur qui n'exprime pas une exigence, l'exprime "mal" ou soumise à interprétation s'expose à un risque, qui n'est imputable qu'à lui-même, pas aux autres acteurs liés à la réalisation du produit qui peuvent l'interpréter de bonne ou de mauvaise foi.

LA MÉTROLOGIE 3D IMPACTE LE GD&T.

Pour réaliser la déclaration de conformité de produit, ce sont les résultats de mesurage qui seront pris en compte. Les spécifications du PMI doivent être raccordables métrologiquement. L'expression d'une exigence suppose qu'il faut pouvoir l'évaluer et la mesurer en tenant compte des incertitudes. Algorithmes d'optimisation, technologie des capteurs, quantification du défaut de

forme et temps de cycle sont quelques-uns des paramètres dont devra tenir compte le dessinateur.

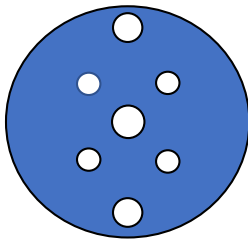
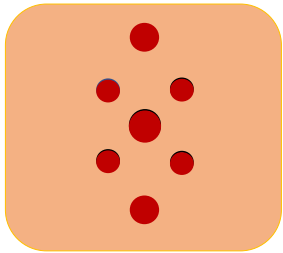
EN GÉNÉRATION AUTOMATIQUE DE PROGRAMMES DE MESURE 3D À PARTIR DE PMI, LE TAUX DE SUCCÈS VARIE DE 10 À 90%.

C'est le constat fait par les industriels allemands les plus engagés dans le projet. La qualité de la conception est

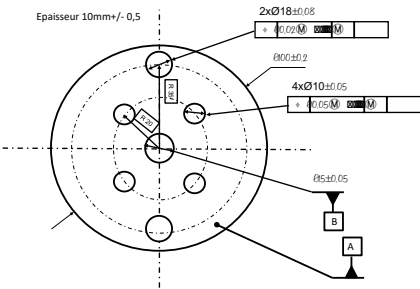
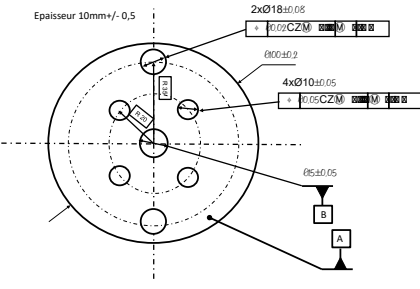
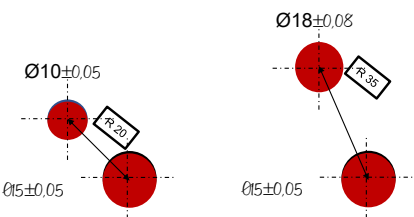
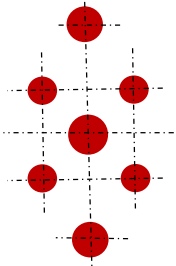
déterminante : cotation sur maquette 3D annotée, respect de la sémantique des spécifications, proscrire les notes non décodables par le logiciel 3D. Des impossibilités subsistent. Il y a une nécessité de collaboration étroite entre le bureau d'études et la métrologie 3D. Une phase de transition mixte (traditionnel et PMI) est recommandée.

Exemple de mise en œuvre du processus de mesure sur une spécification GD&T

A) Cotation fonctionnelle, détermination des contraintes et détermination des jeux et cotes fonctionnelles

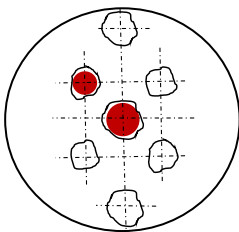
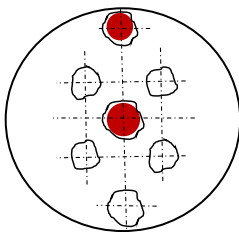
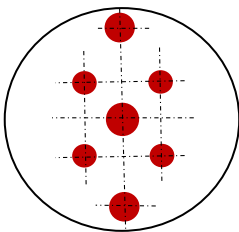
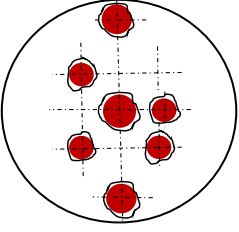
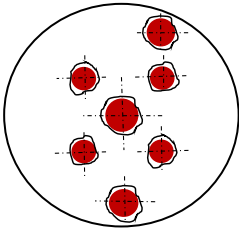
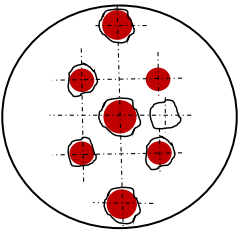
Le besoin		
<p>Besoin fonctionnel :</p> <p>Assemblage de deux composants avec contact/appui sur les faces montabilité</p>	 <p>Composant 1 (plaque perforée)</p>	 <p>Composant 2 (plaque avec des broches)</p>

B) Bureau d'études mise en plan

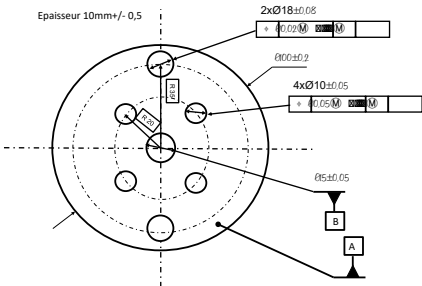
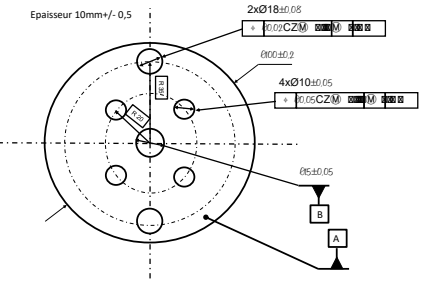
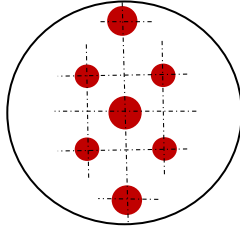
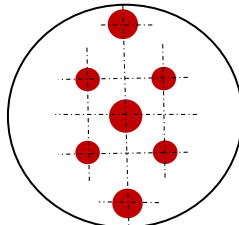
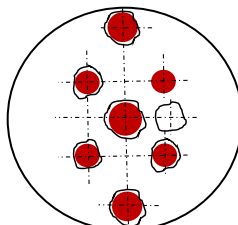
La conception «le dessin»		
<p>Transcription sur le dessin du besoin fonctionnel à l'aide de la symbolique du GD&T</p> <p>Transcription censée représenter le besoin fonctionnel</p>		
Référentiel de cotation	ISO-GPS	ASME
<p>Signification Normative</p> <p>Concernant les 2 groupes de localisation</p>	<p>6 spécifications indépendantes par rapport au même référentiel</p>  <p>Chacun des 6 éléments est positionné uniquement par rapport à l'alésage central B et de plus normal au plan A</p>	<p>6 spécifications liées entre elles par rapport au référentiel</p>  <p>Les 6 éléments sont liés entre eux et positionnés par rapport à l'alésage central B et de plus normal au plan A</p>

C) Contrôle de la pièce

Le contrôle à l'aide d'une machine à mesurer 3D

Le contrôle à l'aide d'une machine à mesurer 3D			
Signification normative C'est ainsi que sera Interprété la maquette 3D annotée par le module de génération de programme automatique de la MMT	Programme de mesure Les deux groupes de spécifications sont traités de façon indépendante ; ils sont uniquement liés par la perpendicularité par rapport à la référence A et le positionnement par rapport à la référence B. Et Chaque groupe de 4 et 2 alésages est traité aussi indépendamment sans tenir compte de la position relative entre les deux groupes d'alésages	Programme de mesure Les 6 alésages sont contraints en position et orientation par rapport au système de référence A/B Ajustement par optimisation/best fit des 6 alésages par rapport au référentiel	
Dans le référentiel	ISO-GPS	ASME	
Pièces pouvant être livrées Cas 1	 4 spécifications indépendantes	 2 spécifications indépendantes	 6 spécifications liées
Conforme	OUI	Oui	
La cotation représente le besoin fonctionnel	NON	OUI	
La pièce fabriquée correspond au besoin fonctionnel	OUI	OUI	
Pièces pouvant être livrées Cas 2	 6 spécifications indépendantes	 6 spécifications indépendantes	 6 spécifications liées
Conforme	OUI	NON	
La cotation représente le besoin fonctionnel	NON	OUI	
La pièce fabriquée correspond au besoin fonctionnel	NON	NON	

D) Modification de la cotation dans le référentiel ISO pour coller au besoin fonctionnel

Dans le référentiel	ISO-GPS	ASME
<p>Transcription sur le dessin du besoin fonctionnel identique à l'aide de la symbolique du GD&T avec modificateurs spécifiques au référentiel ISO</p>		
Dans le référentiel	ISO-GPS	ASME
Même signification		
		
Pièces pouvant être livrées	 <p>Cas 1 en ISO ou ASME</p>	 <p>Cas 2 en ISO ou ASME</p>
Conforme	OUI	NON
La cotation représente le besoin fonctionnel	OUI	OUI
La pièce fabriquée correspond au besoin fonctionnel	OUI	NON

* Selon l'ISO, le GD&T se réfère à « la spécification géométrique des produits - tolérancement géométrique - tolérance de forme, orientation, position et battement. » En d'autres

termes, la « spécification géométrique des produits » désigne le rapport de forme, de taille et de position d'un produit, tandis que la « tolérance » se rapporte à l'erreur admissible. La

« tolérance géométrique » se caractérise par l'intégration de l'erreur admissible non seulement dans les dimensions mais également dans la forme et dans la position.

Les normes ISO et ASME par Serge Gabriel, référent pédagogique de COFFMET (Comité Français de Formation à la Métrologie Tridimensionnelle)

Vue d'ensemble des normes essentielles de tolérancement ISO et ASME (non exhaustif).

La plupart de ces normes ont été révisées récemment ou sont en cours de réactualisation pour tenir compte en outre des exigences de la cotation sur la maquette 3D (FT&A) et ce en vue de la génération automatique de programme de mesure.

Elles permettent de transcrire le besoin fonctionnel de façon univoque, suppression des us et coutumes...

A ce jour la boîte à outil ISO et ASME permet aux concepteurs de transcrire leurs exigences fonctionnelles par de la symbolique à travers leurs logiciels de CAO, cette symbolique sera ensuite décodée par les logiciels de mesure.

Le bon emploi de cette symbolique est une condition sine qua non pour le déploiement de la PMI... —

