

Programme de Formation

Lecture de plans (selon normes ISO GPS)

Durée : 1 jour 1/2

Objectifs pédagogiques :	Organisation/moyens mis en œuvre :
<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre la signification exacte de tous les éléments de cotation géométriques et dimensionnels GPS portés aux plans de définition, assemblages et composants, utilisés par la société organisatrice (Suivant normes de cotation ISO actuelles) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Références simples, systèmes de référence, références communes, références partielles, types de références spéciales. ○ Cotation dimensionnelle, principe de l'enveloppe, cotes encadrées. ○ Cotation géométrique de tous les types de tolérances de forme, orientation, position et battement. ○ Modificateurs matière. ○ Tolérances projetées. ○ Etat libre / Impact Gravité. • Maîtriser les cas de cotation complexes/nouveaux d'après les derniers référentiels ISO GPS, notamment sur les sujets suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Principes de base ISO 8015. ○ Nouveautés en cotation dimensionnelle (ISO 14405-1,2,3). ○ Références et systèmes de référence (ISO 5459 : 2011) (Nouveaux critères d'association, modificateurs, références partielles, communes). ○ Spécifications géométriques et de forme (ISO 1101 : 2017, ISO 5458 : 2018, ISO 2692 : 2014) (Nouveaux modificateurs d'intersection, orientation, de zones...). 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation délivrée par formateur disposant de > 20 ans d'expérience en conception mécanique, fiabilité, statistiques industrielles, sûreté de fonctionnement dans l'industrie automobile et aéronautique. • Workshops « Lecture de plans » adaptés « sur mesure » sur des cas concrets (exemples de produits et de plans) de l'entreprise organisatrice (échange d'informations et adaptation sur-mesure préalable, inclus dans le prix forfaitaire de la formation). • Formation est organisée de manière dynamique et interactive via des workshops, des questionnements, aller-retours entre participants et formateur, des mises en application. • Les participants peuvent accéder à un support post formation jusqu'à 6 mois après la fin de la formation (échange avec formateur, réponse à questions par téléphone, web, email. Délai de réponse fonction de la disponibilité du formateur). • Chaque participant reçoit, au format papier et électronique, un manuel de formation en langue Française ou Anglaise (Suivant besoin), ainsi que les fichiers d'exercices. • La salle de formation doit être équipée d'un vidéo projecteur en état de marche et d'un « white board » avec des stylos (4 couleurs) en état de marche. • Nombre de participants : de 1 à 6.

- Savoir mener une démarche de lecture de plans cotés fonctionnellement suivant la norme ISO GPS :
 - Prendre en compte les besoins fonctionnels, les fonctions associées les composants impliqués et leurs surfaces fonctionnelles.
 - Identification des référentiels de cotation fonctionnelle de chaque pièce.
 - Identification et compréhension des éléments de cotation fonctionnelle associés à chaque pièce.
 - Définition précise de la zone de tolérance et du critère de conformité associés à chaque tolérance.
 - Jugement de conformité basé sur relevé de mesures de pièces.
- Porter un regard critique sur la cotation, notamment en comparant le coût associé à chaque élément de cotation avec son impact fonctionnel et les difficultés associées en fabrication et en métrologie.
- Porter un regard critique sur les intervalles de tolérances choisis, en analysant les risques induits par la méthode de tolérancement utilisée (arithmétique = risque sur qualité, quadratique = risque non conformes avec lots conformes mais décentrés, semi-quadratique = maîtrise des risques de décentrages).
- Suivant les besoins de l'entreprise organisatrice, maîtriser d'autres sujets complémentaires :
 - Identification du moyen métrologique le plus adéquat en fonction de la tolérance spécifiée et de la fréquence du contrôle.
 - Définition de stratégie pour focaliser les contrôles en priorité sur les éléments de cotation ayant le plus fort impact fonctionnel.

Pré-requis :

Avoir une expérience en conception ou en fabrication mécanique dans le contexte de l'entreprise organisatrice.

Programme détaillé :

Préalablement, sous accord de confidentialité, L'entreprise organisatrice échangera avec Vertice Engineering les plans et les cas de cotation les plus pertinents à prendre en compte.

Si l'entreprise organisatrice utilise des éléments de cotation qui divergent par rapport aux spécifications de normes internationales ISO ou ANSI, ces éléments seront discutés préalablement à la formation. La formation inclura une revue de ces éléments et une explication concernant comment ils doivent être rendus conformes aux derniers référentiels ISO/GPS.

Le timing exact du programme détaillé ci-dessous sera à confirmer lors de la période d'adaptation sur-mesure de cette formation aux applications produit de l'entreprise organisatrice.

1 – Introduction, rappels et enjeux liés à la maîtrise de la cotation fonctionnelle et à la lecture de plans :

Partie délivrée sous forme de cours avec animations permettant des échanges / interactions entre formateur et participants.

- Comprendre l'enjeu de la cotation fonctionnelle : garantir que l'on satisfait bien les exigences client, malgré les variabilités des processus de fabrication.
- Ce que sont les exigences fonctionnelles. Comment elles sont identifiées.
- Comment fonctionne le processus qui permet d'associer les éléments de cotation fonctionnelle nécessaires pour satisfaire les exigences fonctionnelles.
- Importance de savoir juger l'impact et la pertinence des éléments de cotation des composants sur les exigences fonctionnelles associées au produit.
- Enjeux sociaux économiques liés à la mise en œuvre entre client, fournisseurs de rang 1 et fournisseurs de rang 2, d'un langage de cotation ISO univoque et conforme aux normes ISO GPS.

2 – Définitions et éléments de base, nécessaires pour la lecture de plans :

Partie délivrée sous forme de cours avec animations, graphiques interactifs, permettant des échanges / interactions entre formateur et participants.

- Rappel de ce qu'est un référentiel de cotation. La notion de blocage des degrés de liberté qui lui est associée.
- Rappel de ce que sont les spécifications dimensionnelles et géométriques. Types de spécifications géométriques.
- Rappel, sur un exemple simple, du principe d'indépendance en cotation fonctionnelle (ISO 8015).

- « Hiérarchie » des éléments de cotation géométrique qui découle du principe d'indépendance (Position → Orientation → Forme).
- Définition, selon l'ISO 1101 : 2017, des éléments tolérancés et de leurs différentes représentations :
 - Élément intégral/dérivé (Nominal, Réel, Extrait, Associé).
- Définition, selon l'ISO 17450-3, des critères d'association de surfaces aux éléments intégraux et dérivés.
- Méthodes de chaînes de cotes possibles et risques induits, à maîtriser :
 - Arithmétique (risque de sur-Qualité).
 - « Statistique centré » ou « Quadratique » (Risque non-Qualité avec lots conformes, mais décentrés).
 - Semi-Quadratique (Prise en compte des risques liés aux décentrages).
- Optimisation de chaînes de cotes :
 - Réduction du nombre de maillons.
 - Réduction des sensibilités (facteurs d'influence).
 - Optimisation des valeurs de tolérances et capacités suivant moyens de fabrication.

3 – Détail du langage de cotation ISO GPS :

Partie délivrée sous forme de cours avec animations, graphiques interactifs, permettant des échanges / interactions entre formateur et participants. Sur certains des points ci-dessous, des petits exercices menés en sous-groupes, ou des workshops seront réalisés :

- Rappel des principes par défaut en cotation fonctionnelle ISO GPS, selon l'ISO 8015 :
 - Indépendance.
 - Définition.
 - Élément.
 - Rigidité.
 - Condition de référence.
 - Responsabilité.
- Cotation dimensionnelle (ISO 14405-1,2,3) :
 - Tailles linéaires (entités de taille).
 - Tailles angulaires.
 - Modificateurs sur tailles linéaires.
 - Ajustements.
 - Cas où l'utilisation de la cotation dimensionnelle est déconseillée.
- Spécifications Géométriques :
 - Leur application sur élément intégral ou dérivé.
 - Détail de toutes les spécifications géométriques possibles en ISO GPS.
- Références (ISO 5459 : 2011) :
 - Références simples.
 - Systèmes de références.

- Références Communes.
- Références restreintes/partielles.
- Modificateurs sur références.
- Exercice d'interprétation d'un système de référence propre à l'entreprise organisatrice.
- Spécifications de forme (ISO 1101 : 2017) (Cette partie inclut des exercices de lecture) :
 - Rectitude.
 - Planéité.
 - Circularité.
 - Cylindricité.
 - Profil de ligne.
 - Profil de surface.
 - Coût associé à la fabrication et au contrôle des spécifications de forme et nécessité de bien valider leur impact fonctionnel avant de les spécifier.
- Spécifications de position et d'orientation (ISO 1101 : 2017 et ISO 5458 : 2018) (Cette partie inclut des exercices de lecture) :
 - Orientation.
 - Localisation.
 - Localisation de réseau de trous.
 - Co-axialité ou Concentricité.
 - Symétrie.
 - Battement Simple ou Total.
 - Spécifications géométriques avec modificateurs matière (ISO 2692 : 2014).
 - Etat libre et influence gravité (ISO 10579 : 2017).
 - Tolérances projetées (ISO 1101 : 2017).
 - Nouveaux modificateurs (ISO 1101 : 2017) :
 - Nouvelles exigences concernant l'utilisation des Zones Combinées.
 - UZ, OZ (Asymétrique, Offsétée).
 - VA (Variable Angle).
 - Plan d'intersection / Plan d'orientation.
 - Plan de collection.
 - CZR, SIM.
 - SZ/CZ/CZR.
 - Autres cas particuliers en cotation ISO GPS, suivant besoins de l'entreprise organisatrice.
- Cotation des états de surface.

4 – Mise en œuvre de la démarche de lecture de plans cotés fonctionnellement :

4.1 – Cours de rappel succinct – Comment effectuer la lecture d’un plan :

(Présentation avec questionnements & exercices d’application pour favoriser interactivité, échanges, interactions)

1. Analyse des besoins fonctionnels remplis par l’assemblage ou la pièce dont le plan est analysé.
2. Identification des éléments de références.
3. Construction des systèmes de référence associés.
4. Identification de la nature de l’élément tolérancé, du type de spécification, des compléments associés (modificateurs matière, zone projetée, zone commune, état libre...).
5. Définition de la position, forme et des dimensions de la zone de tolérance ou de l’élément « gabarit ».
6. Analyse critique de la cotation portée au plan en fonction de son impact sur les exigences fonctionnelles.
7. Nécessité de rediscuter la cotation fonctionnelle avec le bureau d’étude client en cas d’incohérence.
8. Méthode de mesure permettant de définir la surface réelle.
9. Exemple de mesures conformes et non conformes.
10. Optionnel : Exemples de cas de cotation de l’entreprise organisatrice hors exigences ISO et comment les convertir aux dernières exigences des normes ISO GPS.
11. Jugements de conformité basé sur relevé de mesures de pièces.

4.2 – Workshop de mise en application :

Mise en application de l’analyse décrite aux points 1 à 9 ci-dessus sur un plan propre à l’entreprise organisatrice.

4.3 – Workshop – lecture de plan présentant des éléments de cotation ISO complexes :

Mise en application de l’analyse décrite aux points 1 à 9 ci-dessus sur un cas de cotation « complexe » à choisir parmi ceux de la liste ci-dessous :

- Modificateurs matière.
- Tolérances projetées.
- Cônes.
- Pièces non rigides.
- Séries d’angles, de cônes.
- Nouvelles exigences concernant l’utilisation des Zones Combinées.
- UZ, OZ (Asymétrique, Offsétée).

- VA (Variable Angle).
- Plan d'intersection / Plan d'orientation.
- Plan de collection.
- CZR, SIM.
- SZ/CZ/CZR.
- Autres cas de cotation souhaités par les participants.

Annexe 1 – Exemples de normes de cotation ISO GPS potentiellement utilisées lors de cette formation :

ISO 14405-1 : 2016 - Tolérancement dimensionnel - Partie 1 : tailles linéaires.

ISO 14405-2 : 2018 - Tolérancement dimensionnel - Partie 2 : dimensions autres que tailles angulaires/linéaires.

ISO 14405-3 : 2016 - Tolérancement dimensionnel - Partie 3 : tailles angulaires.

ISO 286-1 : 2010 - Systèmes ISO de tolérances et d'ajustements.

ISO 1101 : 2017 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Tolérancement de forme, orientation, position et battement.

ISO 5459 : 2011 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Références spécifiées et systèmes de références spécifiées.

ISO 5458 : 2018 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Spécification géométrique de groupes d'éléments et spécification géométrique combinée.

ISO 2692 : 2014 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité (RPR).

ISO 10579 : 2017 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Cotation et tolérancement - Pièces non rigides.