

Programme de Formation

Cotation Fonctionnelle ISO GPS

(Durée: 2 jours)

Objectif Général :	« Plus de cette formation »	
<ul style="list-style-type: none"> • Savoir mener la démarche de cotation fonctionnelle, suivant les normes ISO GPS en vigueur : <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse des besoins fonctionnels. ○ Analyse contacts/non contacts, exigences associées et détermination/optimisation des prépondérances dans les interfaces. ○ Cotation ISO GPS des interfaces/références. ○ Cotation fonctionnelle complète. ○ Tolérancement et optimisation de la cotation en prenant en compte effets 2D/3D et impact des capacités process. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation adaptée « sur mesure » sur des cas concrets, des exemples de produits et de plans de l'entreprise organisatrice (échange d'informations et adaptation sur-mesure préalable, incluse 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 workshops sur les cas de cotation de l'entreprise organisatrice seront menés directement par les participants, sous la modération du formateur. • 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). • Un questionnaire de satisfaction à froid sera rempli, 3 mois après la formation, par chaque participant, avec sa hiérarchie, pour confirmer l'utilité de la formation au poste de travail et les actions complémentaires internes/externes éventuellement nécessaires. 	
Objectifs pédagogiques opérationnels :		
<ul style="list-style-type: none"> • Savoir, si nécessaire, lire un plan associé à une conception existante, avec un regard critique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Compréhension besoin fonctionnel. ○ Analyse/critique rapide chaînes de cotes. ○ Analyse/critique référentiels de cotation. ○ Analyse/critique conditions physiques de contrôle (pour pièces déformables). • Comprendre le langage de cotation fonctionnelle décrit dans les normes ISO GPS en vigueur : <ul style="list-style-type: none"> ○ Tolérancement dimensionnel. ○ Tolérancement géométrique. ○ Tolérancement par gabarit. • Savoir choisir la stratégie de cotation en fonction des cas rencontrés sur les produits de l'entreprise organisatrice. • Mener l'allocation de tolérances grâce aux chaînes de cotes « pire cas » ou « statistiques », en prenant en compte les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Maîtrise des risques pris (sur-qualité/assemblage non conforme avec pièces conformes), en fonction de la méthode de tolérancement choisie. 	<th style="background-color: #e0e0e0;">Modes d'évaluation de la formation :</th>	Modes d'évaluation de la formation :
	<ul style="list-style-type: none"> • Quizz d'évaluation du niveau de chaque participant rempli au début et à la fin de l'action de formation. • Fiche d'évaluation à froid des acquis de la formation remplie 3 mois après la formation, par chaque participant, avec sa hiérarchie. • Questionnaire de satisfaction « à chaud » rempli par chaque participant. 	
	<th style="background-color: #e0e0e0;">Organisation/moyens mis en œuvre :</th>	Organisation/moyens mis en œuvre :
	<ul style="list-style-type: none"> • Cette formation peut être réalisée en ligne ou sur site. 	

<ul style="list-style-type: none">○ Analyses de la cotation de manière à minimiser le nombre de maillons.○ Centrage de la condition fonctionnelle sur sa cible.○ Calcul des sensibilités dans le cas de chaînes de cotes 2D/3D.○ Optimisation de la chaîne de cotes et allocation des tolérances les plus larges possibles.	<ul style="list-style-type: none">● 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.● Pour les formations sur site, la salle de formation doit être équipée d'un vidéo projecteur en état de fonctionnement et d'un « white board » avec des feutres (4 couleurs) en état de fonctionnement.● Nombre de participants maximum : 8.
--	--

Public ciblé :

Toute personne devant mettre en œuvre une démarche de cotation fonctionnelle ISO GPS au cours d'un processus de conception.

Pré requis :

- Avoir une expérience d'au moins 1 an en ingénierie, méthodes, production, projets, qualité, dans l'industrie.
- Avoir une expérience en conception mécanique.
- Avoir une connaissance initiale des produits de l'entreprise organisatrice.

Profil du Formateur :

- Ingénieur généraliste (Ecole Centrale).
- > 20 ans d'expérience en conception mécanique (calculs mécaniques, cotation ISO, lecture de plans, Tolérancement 2D/3D), analyse de la valeur et analyse fonctionnelle, AMDEC, en milieu industriel.
- Noté en moyenne ~4.5/5 par les participants aux sessions de formations animées sur les 12 derniers mois.
- Exemples de sociétés accompagnées : Ushin, Novares, Duqueine Groupe, TRW, NTN Transmissions, Valeo, Mitsuba, Salomon, WeAre Aerospace, GoodYear, EFI Automotive.

Modalités et délais d'accès à cette formation :

Merci de nous contacter contact@vertice-engineering.com pour connaître modalités et délais d'accès en fonction de la formule choisie (en ligne/sur site, intra/mutualisée).

Programme détaillé :

Le timing exact de chacune des parties ci-dessous sera à détailler, préalablement à la formation, durant la période d'adaptation sur-mesure (Possibilité de moduler le temps passé sur chacune des parties en fonction des besoins de l'entreprise organisatrice).

Partie 1 – Maîtrise de la lecture critique de plans cotés ISO GPS :

La maîtrise de la lecture critique de plans est nécessaire, avant de savoir mener une démarche de cotation fonctionnelle, notamment pour comprendre et remettre en cause les plans clients internes/externes et plans fournisseurs ou les plans précédents de l'entreprise organisatrice.

Cette partie sera menée sous forme de cours théorique contenant des exercices pratiques et des workshops directement sur les cas internes de l'entreprise organisatrice.

- Comprendre l'importance d'identifier les besoins fonctionnels portés au plan.
- Comprendre comment la cotation fonctionnelle des composants découle des besoins fonctionnels.
- Workshop, sur un plan de l'entreprise organisatrice et, si possible, sur un plan d'un client de l'entreprise organisatrice :
 - Pratiquer l'identification des besoins fonctionnels et des éléments de cotation fonctionnellement importants.
 - Mener une analyse critique des chaînes de cotes fonctionnelles et des référentiels de cotation choisis.
- Comprendre la représentation des chaînes de cotes fonctionnelles sous forme de fonction de transfert ($Y=f(X)$) et l'intérêt de cette représentation pour :
 - Assurer la conformité du produit final si les cotations de tous ses constituants sont conformes.
 - Permettre la gestion des non-conformités sur le produit final :
 - Travailler sur le décentrage des Xs si le Y est décentré.
 - Travailler sur la dispersion des Xs si le Y est trop dispersif.
- Maîtrise la notion de degré de liberté et son importance en cotation fonctionnelle pour définir des référentiels de cotation qui :
 - Bloquent correctement et optimalement les degrés de liberté des composants.
 - Bloquent correctement et optimalement les degrés de liberté des zones de tolérances.
- Exercice : critiquer le référentiel de cotation choisi sur l'un des plans de l'entreprise organisatrice.
- Comprendre l'importance d'une définition rigoureuse et correcte des conditions physiques de contrôle, pour la maîtrise, au juste nécessaire, de la conformité.
- Exercice : Critique de la définition de conditions physiques de contrôle sur un plan de l'entreprise organisatrice.
- Comprendre les enjeux associés à la mise en œuvre complète, univoque et correcte de la cotation fonctionnelle ISO GPS.

Partie 2 – Compréhension « stricto sensu » du langage de cotation ISO GPS :

Cette partie est délivrée sous forme d'un cours théorique et d'exercices de lecture de plans sur des cas d'école et sur des plans internes propres à l'entreprise organisatrice.

- Compréhension de ce que signifie « lire un plan » et des différentes stratégies de cotation possibles.
- Différentes visions possibles d'un élément géométrique et critères d'association.
- 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 et non permise.
- 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 et cotation par gabarits (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.

Partie 3 – Méthodologie de cotation ISO GPS :

Cette partie est délivrée sous forme d'un cours théorique alternant avec un workshop d'application, mené directement sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice.

- Analyse fonctionnelle du besoin : recenser les fonctions principales (FP) et fonctions contraintes (FC) auxquelles doit répondre le produit conçu.
- Choix des FP et FC pertinentes pour le workshop d'application de cette partie.
- Analyse fonctionnelle technique :
 - Détermination des contacts, non-contacts et flux présents dans la conception.
 - Détermination des exigences & éléments à assurer par la conception sur chaque contact/non-contact/flux.
- Analyse des interfaces :
 - Détermination de la chaîne des interfaces entre les pièces permettant de définir la condition fonctionnelle.
 - Analyse des contacts, non-contacts et flux en présence au niveau de ces interfaces et analyse des exigences/éléments à valider associés.
 - Détermination des prépondérances des surfaces de contact :
 - En fonction de l'analyse des interfaces (contacts/non contacts) et des flux.
 - En appliquant les règles permettant de choisir les interfaces les moins dispersives possibles et optimisant la transmission des efforts.
 - Définition du tableau simplifié de prépondérance des surfaces de contact.
- Cotation fonctionnelle des interfaces :
 - Application de la méthode « CLIC » (Cotation en Localisation avec Influence des Contacts) pour réaliser la définition des référentiels de cotation au niveau des interfaces.
 - Choix de la stratégie de cotation des éléments géométriques du référentiel entre eux et application (Sans valeurs de tolérances initialement).
- Cotation fonctionnelle complète :
 - Cotation fonctionnelle des interfaces entre elles (Sans valeurs de tolérances initialement).
 - Cotation des éléments fonctionnels terminaux (Sans valeurs de tolérances initialement).
 - Evaluer l'impact des déformations en zones de jeux/affleurement, par exemple, et mettre en place référentiels secondaires si nécessaire. Réaliser la cotation de ces référentiels secondaires et la cotation des éléments fonctionnels par rapport à ces référentiels.
 - Mention des conditions physiques de contrôle suivant NF EN ISO 10579.
 - Définition des tolérances générales et cotation des éléments non fonctionnels.

Partie 4 – Réalisation des chaînes de cotes :

Cette partie est délivrée sous forme d'un cours théorique alternant avec un workshop d'application, mené directement sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice.

Des outils, basés dans MS Excel, seront fournis de manière à permettre la réalisation de certaines étapes des workshops prévus.

- Compréhension des risques pris en fonction de la méthode de chaîne de cotes choisie :
 - Arithmétique = risque de sur-Qualité.
 - Quadratique = risque d'avoir des assemblages non conformes avec des lots de pièces conformes, mais décentrés.
- Compréhension méthodologie et outil permettant de maîtriser ces risques (sur cas d'école).
- Intégration effets 2D/3D (bras de levier) dans outil de chaîne de cotes.

- Réalisation de la chaîne de cotes associée au cas de cotation fonctionnelle traité durant le workshop en partie 3, ci-dessus.
- Optimisation et allocation des tolérances dans cette chaîne de cotes.
- Workshop : Remise dans l'ordre des étapes nécessaires lors de l'optimisation d'une chaîne de cotes :
 - Dénoncer auprès du client interne/externe une tolérance qui n'est pas tenable dès le départ.
 - Minimiser le nombre de maillons (Xs) (choix référentiels).
 - Minimiser les dimensions nominales (Xs) (choix des référentiels, dans le cas de pièces injectées).
 - Evaluer l'impact des déformations en zones de jeux/affleurement, par exemple, et mettre en place référentiels secondaires si nécessaire. Réaliser la cotation de ces référentiels secondaires et la cotation des éléments fonctionnels par rapport à ces référentiels.
 - Minimiser les bras de levier de chaque maillon (Xs) (sensibilité).
 - Travailler sur les Cp et Cpk des maillons (Xs) pour être centré et tenir la capacité demandée sur les conditions fonctionnelles (Ys).

Annexe 1 – Exemples de normes de cotation ISO GPS sur lesquelles est basée 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 : 2015 - 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 : 2013 - Spécification géométrique des produits (GPS) - Cotation et tolérancement - Pièces non rigides.