

## PROGRAMME DE FORMATION

# MAITRISE DES DECENTRAGES PROCESS EN ANALYSE DE TOLERANCES.

## ANALYSE DE TOLERANCES ET ANALYSE DE CAPABILITE

**(DUREE : 2 JOURS)**

OBJECTIF GENERAL :	LES « PLUS » DE CETTE FORMATION :
<ul style="list-style-type: none"> <li>Savoir <b>optimiser les analyses de tolérances</b> en prenant en compte les décentrages process, les données de capacités, les effets 2D et 3D, sur les conceptions de la société organisatrice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formation préalablement <b>adaptée « sur-mesure »</b> sur des exemples d'analyses de tolérances produit ou process internes de l'entreprise organisatrice (Cas d'école utilisés si nécessaire). <b>Formation centrée sur des ateliers réalisés directement sur ces exemples internes.</b></li> <li>Parties théoriques organisées de manière <b>dynamique et interactive</b> (mini workshops en sous-groupes, quizz, questionnements...).</li> <li>Cette formation inclut un <b>Support post formation</b> pour une durée de 6 mois (échanges par email, webinaires, téléphone, délai de réponse fonction de la disponibilité du formateur).</li> </ul>
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES OPERATIONNELS :	MODES D'ÉVALUATION DE LA FORMATION :
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre les risques associés aux hypothèses et méthodes de tolérancement utilisées traditionnellement dans l'industrie :               <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque "Sur-Qualité" (jeter des composants, non conformes en Cp/Cpk, qui auraient généré des assemblages conformes).</li> <li>Risque "Non-conformité" (Accepter des lots, conformes en Cp/Cpk, mais décentrés, qui génèrent des assemblages non conformes).</li> </ul> </li> <li>Appréhender ces risques dans toutes les configurations possibles (nombre de maillons, présence d'impacts 2D/3D, présence de fortes sensibilités, de fortes contributions à la variance...).</li> <li>Conclure sur l'utilité des méthodes « Pire Cas » et « Statistique centré » :               <ul style="list-style-type: none"> <li>Dans quels cas sont-elles avantageuses.</li> <li>Dans quels cas sont-elles dangereuses.</li> </ul> </li> <li>Maîtriser la manière de se prémunir face aux risques lorsqu'on utilise ces méthodes.</li> <li>Comprendre et maîtriser scientifiquement les risques liés à tous les scénarii (décentrages / écart-types) possibles sur les lots fabriqués ou sous-traités, conformes ou non-conformes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quizz d'évaluation du niveau de chaque participant rempli au début et à la fin de l'action de formation.</li> <li>Fiche d'évaluation à froid des acquis de la formation rempli 3 mois après la formation, par chaque participant, avec sa hiérarchie.</li> <li>Questionnaire de satisfaction « à chaud » rempli par chaque participant.</li> </ul>
	ORGANISATION/MOYENS MIS EN ŒUVRE :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formation réalisée en présentiel ou en ligne.</li> <li>Formation destinée à un groupe de 8 personnes maximum.</li> <li>Pour les formations en présentiel, la salle doit disposer d'un vidéo projecteur ainsi que d'un paperboard et/ou tableau blanc avec feutres de couleur en état de fonctionnement.</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Mettre en œuvre la méthode semi quadratique pour maîtriser toutes les configurations décentrage/écart-type possibles en vie-série :<ul style="list-style-type: none"><li>○ Maîtriser au mieux les risques liés aux décentrages.</li><li>○ Spécifier les zones décentrage / écart-types admissibles.</li><li>○ Affiner les prises de décisions dérogatoires (hypothèses de variabilités « vie-série » sur maillons « non capabilisés » et données mesurées sur maillons « capabilisés »).</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaque participant reçoit un manuel de formation en langue Française, et les fichiers d'exercices et de workshops.</li></ul> |
|--|--|

### **PUBLIC CIBLE :**

- Toute personne devant réaliser des analyses tolérances et leur optimisation sur les applications produit et/ou process de l'entreprise organisatrice (Bureau d'études, bureau des méthodes, concepteur d'outillages/de machines, qualité...). Les exemples pris comme cas workshop seront adaptés en fonction de la provenance de chaque participant.

### **PRE REQUIS :**

- Avoir une expérience d'au moins 1 an en production, projet, méthodes, qualité, ingénierie dans l'industrie.
- Avoir une expérience des produits et des processus de fabrication de l'entreprise organisatrice.

### **PROFIL DU FORMATEUR :**

- Ingénieur généraliste (Centrale, Insa, Arts et Métiers, UTC).
- 20 ans d'expérience industrielle en méthodologies de conception et développement (Analyse Fonctionnelle, AMDEC Produit & Process) et en statistiques industrielles (Analyse de Tolérances et Cotation Fonctionnelle ISO GPS, Analyse de Capabilité des moyens de mesure et des moyens de fabrication, notamment).

### **MODALITES ET DELAIS D'ACCES A CETTE FORMATION :**

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

## **PROGRAMME DETAILLE :**

*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 - Introduction. Principes essentiels en Analyse de Tolérances :**

*Partie délivrée sous forme d'un cours accompagné de courts exercices d'application directement réalisés sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice.*

- Rôle de l'analyse de tolérances pour remplir les besoins fonctionnels : Fonctions → Critères Fonctionnels (Y) → Analyses de tolérances.
- Importance de la notion de fonction de transfert ( $Y=f(X)$ ) pour :
  - Bien identifier les relations causes / effet.
  - Bien différencier les critères fonctionnels sur lesquels la qualité est attendue par le client (Y), les paramètres intermédiaires internes et les paramètres ou éléments de cotation maîtrisés en interne (X) qui conditionnent l'obtention de la satisfaction client.
- Lien entre timing des analyses de tolérances et capacité à les utiliser comme outil d'optimisation de la conception.
- Importance de la co-conception produit/process pour l'optimisation des Analyses de Tolérances.
- Importance de la prise en compte des remontées de données provenant de la production dans les analyses de tolérances.

### **Partie 2 – Etapes d'optimisation d'une Analyse de Tolérances :**

*Partie délivrée sous forme d'un cours relié à chacune de ses étapes avec un workshop mené, si possible, sur un cas produit de l'entreprise organisatrice et en utilisant l'outil d'analyse de tolérances de l'entreprise organisatrice.*

- Identification des types d'actions possibles pour optimiser une analyse de tolérances.
  - Définition des notions de sensibilité et d'impact statistique des maillons (Xs) d'une Analyse de Tolérances.
  - Workshop permettant de comprendre dans quel ordre les actions d'optimisation d'une analyse de tolérances doivent être menées :
    - Diminution du nombre de maillons (Xs).
    - Diminution des sensibilités (2D/3D) éventuelles des maillons.
    - Changements de nominaux des Xs de manière à recentrer la condition fonctionnelle (Y) sur sa cible.
- Conception produit
- Choix et optimisation process

## **Partie 3 – Indicateurs statistiques, indices de capabilité et performance :**

*Partie délivrée sous forme de cours accompagné d'exercices d'application et de workshops menés en partie sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice.*

- Notion de maîtrise statistique d'un processus en localisation et en dispersion.
- Cours et exercices permettant de maîtriser les indicateurs de base en statistiques industrielles :
  - Nominal.
  - Tolérances et IT.
  - Valeur Médiane.
  - Valeur Moyenne.
  - Ecart Type ( $\sigma$ ).
  - Etendue.
  - Cible et décentrage.
- Cours et workshop permettant de maîtriser les indicateurs de capabilité et de performance des processus de fabrication.
  - Cp, Cpk.
  - Pp, Ppk.
  - Cm, Cmk.
  - Workshop permettant de comprendre :
    1. En fonction du Cp et Cpk client et en fonction de la dispersion des moyens de fabrication, des usures, des capacités de réglage ou de retouche, comment sont gérés les décentrages en fabrication.
    2. Les niveaux de ppm associés aux différents niveaux de capabilité ou performance.
    3. Le nombre d'écart-types associés aux différents niveaux de capabilité ou performance.
    4. La différence existante entre le comportement statistique du processus réellement présent dans l'usine et les hypothèses prises au moment de la réalisation des Analyses de Tolérances.

## **Partie 4 - Workshop : Comprendre les risques associés aux méthodes de tolérancement traditionnellement utilisées dans l'industrie (Pire Cas ou Statistique centré):**

*Partie délivrée sous forme d'un workshop réalisé sur un exemple de produit et d'Analyse de Tolérances de l'entreprise organisatrice. Les enseignements tirés du workshop seront présentés à l'aide d'éléments de cours.*

- Risque "Sur-Qualité" (jeter des composants, non conformes en Cp/Cpk, qui auraient généré des assemblages conformes).
- Risque "Non-conformité" (Accepter des lots, conformes en Cp/Cpk, mais décentrés, qui génèrent des assemblages non conformes).
- Appréhender ces risques dans toutes les configurations possibles (nombre de maillons, présence d'impacts 2D/3D, présence de fortes sensibilités, de fortes contributions à la variance...).
- Visualiser les conclusions concernant ces risques dans des configurations simplifiées pertinentes.
- Définir des méthodes simples pour se prémunir face à ces risques lorsque les méthodes d'Analyse de Tolérances « traditionnelles » sont utilisées.

## **Partie 5 - Mise en application de la méthode de tolérancement « semi-quadratique » pour la maîtrise des décentrages :**

*Partie délivrée sous forme de cours accompagné d'exercices d'application et d'un workshop mené sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice et en utilisant l'outil d'Analyse de Tolérances interne de l'entreprise organisatrice adapté à la méthode semi-quadratique.*

- Cours théorique sur le fonctionnement de la méthode.
- Mise en application sur un cas d'école : détermination décentrages/écart-types admissibles pour garantir la conformité de la condition fonctionnelle.
  - Spécification des zones de conformité décentrage / écart-type.
  - Comparaison de ces zones par rapport à celles utilisées précédemment en pire cas ou en statistique centré.
- Mise en application de la méthode semi-quadratique sur un exemple interne de l'entreprise organisatrice.
- Exercice permettant de prendre en compte les incertitudes possibles lors de l'acceptation / refus de lots (dérogations) :
  - Incertitudes dues à la taille d'échantillon utilisée (sur la moyenne et sur l'écart-type).
  - Incertitudes dues au processus de mesure (biais, R&R).
- Exercices permettant de comprendre comment appliquer la méthode semi-quadratique dans chacune des configurations possibles lors de prise de décisions dérogatoires sur lots non conformes.

## **Partie 6 - Impacts 2D/3D dans les Analyses de Tolérances :**

*Partie délivrée sous forme de cours accompagné d'exercices d'application et d'un workshop mené sur un exemple de produit de l'entreprise organisatrice et en utilisant l'outil d'Analyse de Tolérances interne de l'entreprise organisatrice adapté à la méthode semi-quadrique.*

- Exercice de prise en compte d'impact 2D/3D dû à la géométrie nominale.
- Exercice de prise en compte d'impact 2D/3D dû à la cotation géométrique ISO GPS.
- Conclusion sur l'impact des bras de levier 2D/3D sur les résultats d'une Analyse de Tolérances.
- Conclusion sur la nécessité de maîtrise de la stabilité de la conception (sensibilités 2D/3D stabilisées vis-à-vis des phénomènes d'usure, des variabilités en fabrication).

## **Partie 7 - Réalisation d'Analyses de Tolérances sur des exemples fournis par la société organisatrice :**

*Workshops d'application.*

- Utilisation du fichier d'Analyse de Tolérances déployé en interne par la société organisatrice, adapté à la méthode semi-quadrique.
- Traitement d'exemples d'analyses de tolérances en 2D/3D issus de cas d'application de la société organisatrice.