

Sommaire

Remerciements	V
Introduction – De l’interchangeabilité à Six Sigma	1
CHAPITRE 1 – Du tolérancement traditionnel au tolérancement inertiel	9
1. Les trois incohérences du tolérancement traditionnel.....	9
1.1. Incohérence fonctionnelle	9
1.1.1. Incohérence de l’approche au pire des cas	13
1.2. Incohérence de conformité	15
1.3. Incohérence économique	17
1.4. Le coût de ces trois incohérences	21
2. De la nécessité de définir autrement la conformité	22
2.1. Définition de l’inertie.....	22
2.2. Le tolérancement inertiel et les trois incohérences.....	26
2.2.1. Incohérence fonctionnelle	26
2.2.2. Incohérence de conformité	32
2.2.3. Incohérence économique	34
3. Les implications culturelles du tolérancement inertiel	35
3.1. Avoir une vision chaîne logistique plutôt que de se focaliser sur chaque caractéristique.....	36
3.2. Avoir une vision statistique du processus de production.....	37
3.3. Limiter la variabilité, ce n’est pas automatiquement accepter une excursion de la moyenne autour de la cible.....	37
3.4. Changer de paradigme.....	38
CHAPITRE 2 – Le tolérancement inertiel, une autre vision de la conformité	45
1. Le tolérancement inertiel dans le cas bilatéral	45
1.1. Rappel de la définition du tolérancement inertiel	46

1.2. Représentation graphique du tolérancement inertiel	48
1.2.1. Représentation graphique de la conformité associée à un histogramme	48
1.2.2. Cas extrêmes	50
1.2.3. Représentation graphique de la conformité dans un graphe $\delta \sigma$	51
1.2.4. Déclaration de conformité d'un lot, d'une pièce.....	52
1.2.5. Utilisation du graphe $\delta \sigma^2$	53
2. Les indicateurs de capabilité en tolérancement inertiel	55
2.1. Définition	55
2.2. Exemple de calcul	56
2.3. Interprétation de ces indicateurs de capabilité	58
3. Le cas des limites unilatérales	59
3.1. Cas des caractéristiques unilatérales à limite supérieure	59
3.2. Cas des caractéristiques unilatérales à limite inférieure	61
CHAPITRE 3 – Comment calculer une tolérance inertielle	63
1. Calcul standard d'une tolérance inertielle.....	63
1.1. Définition de l'objectif sur l'exigence fonctionnelle.....	64
1.2. Calcul des cibles	66
1.3. Calcul de l'inertie – répartition uniforme des tolérances.....	67
1.4. Calcul de l'inertie – répartition non uniforme des tolérances..	68
1.5. Calcul de l'inertie – cas de tolérances figées.....	70
2. Garantir un taux de non-conformité sur l'exigence fonctionnelle	71
2.1. Situation d'assemblage la plus défavorable	71
2.2. Calculer l'inertie pour garantir un Ppk sur l'exigence fonctionnelle	72
3. Garantir une inertie sur l'exigence fonctionnelle	74
3.1. Combinaison des inerties	75
3.2. Hypothèse 1 : distribution aléatoire des moyennes, décentrage moyen nul	77
3.3. Hypothèse 2 : Pire des cas, décentrage maximal	77
3.4. Hypothèse 3 : décentrage d'une valeur $k\sigma$ de tous les composants	78
3.5. Hypothèse 4 : décentrage de m caractéristiques sur n	79
4. Exemple de calcul de répartition de tolérances inertielles	79
4.1. Calcul des cibles	80
4.2. Détermination des pondérations de faisabilité.....	80
4.3. Calcul en tolérancement traditionnel dans l'hypothèse pire des cas	80

4.4. Calcul en tolérancement traditionnel dans l'hypothèse statistique quadratique	81
4.5. Calcul en tolérancement inertiel	83
4.6. Calcul en tolérancement inertiel pour garantir un Ppk	84
4.7. Récapitulatif des différents calculs	85
CHAPITRE 4 – Maîtrise Inertielle de Processus	87
1. De la MSP à la MIP	87
2. Les outils traditionnels de la MSP	88
2.1. Utilisation des cartes de Shewhart	89
2.1.1. Le principe de Shewhart.....	89
2.1.2. La carte de contrôle des moyennes.....	90
2.1.3. La carte de contrôle des étendues	91
2.1.4. Exemple de suivi par cartes de contrôle moyennes/étendues	91
2.1.5. Autres cartes utilisables.....	92
2.2. Cartes de Shewhart à limites élargies	93
2.3. Exemple de calculs de limites de contrôle avec les cartes de type Shewhart	95
2.4. Condition d'existence d'une limite élargie	96
3. La carte de contrôle inertielle	97
3.1. Loi de distribution des inerties de Scheffé	97
3.2. Carte de contrôle inertielle.....	98
3.2.1. Inertie historique court terme.....	99
3.2.2. Zone verte	99
3.2.3. Zone orange.....	100
3.2.4. Zone rouge	101
3.2.5. Zone noire	101
3.3. Représentation locale de l'échantillon	102
3.4. Carte en tunnel	103
3.5. Condition d'existence des différentes zones.....	103
3.6. Exemple de carte de contrôle inertielle.....	105
3.6.1. Présentation de l'exemple	105
3.6.2. Calcul de la carte de contrôle des inerties	106
4. Autres cartes de contrôle inertielles	109
4.1. Carte \pm une inertie	109
4.2. Carte inertielle sans dérive.....	112
4.3. Choix entre la carte de contrôle	113
5. Conclusion	115

CHAPITRE 5 – Pilotage inertiel multicritère	117
1. Le problème multicritère	117
2. Principe du pilotage inertiel multicritère.....	119
2.1. Solution du problème de pilotage inertiel multicritère	120
2.2. Exemple de pilotage inertiel multicritère	121
2.3. Prise en compte des cartes inertielles	123
3. Pilotage inertiel pondéré par la sévérité relative des cotes.....	126
4. Pilotage inertiel multicritères dans le cas d'une presse à injecter	129
4.1. Détermination de la matrice d'incidence et de la matrice de pilotage inertielle	130
4.2. Exemple de pilotage	133
5. Conclusion	134
CHAPITRE 6 – Tolérancement inertiel total	137
1. Faire évoluer le tolérancement géométrique	139
2. Établir la conformité par l'inertie totale	141
2.1. Définition de l'inertie totale	141
2.1.1. Inertie d'une surface	142
2.1.2. Inertie d'un ensemble de surfaces.....	142
2.2. Spécifier une pièce en inertie totale	143
2.2.1. Cas où il y a plusieurs références	145
2.2.2. Référence avec une direction privilégiée	145
2.3. Intérêt d'une spécification en inertie totale	147
3. Piloter une production en inertiel total	148
3.1. L'approche pilotage inertiel total	148
3.2. Exemple de pilotage en inertie totale	150
3.2.1. L'exemple	150
3.2.2. Détermination de la matrice d'incidence A.....	151
3.2.3. Calcul de la matrice de pilotage inertielle	153
3.2.4. Calcul de la correction	154
3.2.5. Hiérarchisation des corrections	155
3.3. Intérêt du pilotage en inertie totale	156
3.4. Calcul de la matrice d'incidence dans différents cas.....	157
3.5. Pondération en fonction de l'inertie maximale	157
3.5.1. Le problème	157
3.5.2. Pilotage inertiel total pondéré	160
4. Pilotage par carte inertielle.....	162
5. Conclusion	163

CHAPITRE 7 – Réception de lots en tolérancement inertiel	165
1. Règle de prélèvement et d'acceptation – Méthode σ , écart-type connu	167
1.1. Le problème	167
1.2. Détermination du plan de contrôle	168
1.3. Carte de contrôle réception avec sigma connu	169
2. Règle de prélèvement et d'acceptation – Cas sigma inconnu – méthode S	171
2.1. Loi de distribution des inerties	171
2.2. Calcul de la taille des échantillons.....	171
2.3. Calcul de l'inertie maximale admissible.....	172
2.4. Approche pragmatique.....	173
2.5. Exemple d'application.....	174
2.5.1. Calcul à partir des risques	174
2.5.2. Calcul à partir de la taille d'échantillon	176
3. Définition des limites de tri dans le cas du refus d'un lot.....	177
3.1. Cas de la loi uniforme	177
3.1.1. Cas d'une distribution centrée autour de la cible	177
3.1.2. Cas d'une distribution décentrée autour de la cible	179
3.2. Cas de la loi normale.....	180
3.3. Cas d'une loi non spécifiée	183
3.4. Exemple de tri en contrôle de réception.....	183
3.4.1. Calcul des limites de tri	184
3.4.2. Résumé des calculs	185
CHAPITRE 8 – Validation d'un processus de mesure en inertiel	187
1. Justesse et Dispersion	187
2. Capabilité des processus de contrôle inertielle C_{pcj}	189
2.1. Estimation de la dispersion de mesure	190
2.2. Estimation du biais.....	193
2.3. Estimation du C_{pcj}	195
3. Calcul du ndc_j , nombre de catégories distinctes inertiel.....	196
ANNEXE – Tables et résumés	201
Bibliographie	215
Index	218