

# CATALOGUE DE FORMATION 2021

## Table des matières

<b>Statistique.....</b>	<b>2</b>
<b>Data Science et Données Fonctionnelles .....</b>	<b>2</b>
<b>Statistique inférentielle et modélisation.....</b>	<b>4</b>
<b>Détection d’anomalies – Outlier Detection.....</b>	<b>5</b>
<b>Maîtrise Statistique des Procédés .....</b>	<b>6</b>
<b>Échantillonnage.....</b>	<b>7</b>
<b>Plan d’expérience : les fondamentaux .....</b>	<b>8</b>
<b>Plans d’expérience avancés .....</b>	<b>9</b>
<b>Fiabilité et données de Survie .....</b>	<b>10</b>
<b>Fondamentaux de JMP et de la statistique.....</b>	<b>11</b>
<b>Programmation JSL et Automatisation par Dashboard .....</b>	<b>12</b>
<b>Lean Six Sigma .....</b>	<b>13</b>
<b>Design For Six Sigma – DFSS.....</b>	<b>13</b>
<b>Green Belt Lean Six Sigma .....</b>	<b>15</b>
<b>Black Belt Six Sigma .....</b>	<b>18</b>
<b>Métrologie .....</b>	<b>19</b>
<b>Fondamentaux de la métrologie .....</b>	<b>19</b>
<b>Analyse des systèmes de mesure .....</b>	<b>20</b>
<b>ISO 5725-2 Répétabilité et la reproductibilité d’une méthode de mesure.....</b>	<b>21</b>
<b>La norme ISO 17025 .....</b>	<b>22</b>
<b>La norme ISO 17020 .....</b>	<b>23</b>

# Statistique

## Data Science et Données Fonctionnelles

- Durée : 2 jours
  - Objectifs : approfondir la connaissance de l'apprentissage statistique et des données fonctionnelles (courbes temporelles)
  - Public : Data Scientists ou statisticiens, chercheurs et ingénieurs et candidats Black Belt
  - Méthodes pédagogiques : cours, revue de nombreux exemples, études de cas
  - Logiciels utilisés : JMP/R (un 3<sup>ème</sup> jour de TP est possible avec JMP Pro ou R sur demande)
  - Prérequis : connaissance de la statistique de base
- 
- Introduction
    - Statistique et science des données
    - Les étapes de l'apprentissage statistique
    - Les grandes familles des méthodes statistiques
  - La régression
    - La régression multiple
      - Rappels et approfondissements
      - Le modèle, le principe de parcimonie
      - Diagnostic du modèle : colinéarité, résidus, indépendance
    - Les méthodes parcimonieuses
      - Régression pas à pas
      - Régression Lasso et Ridge
    - La régression logistique
      - Rappels sur le maximum de vraisemblance
      - Le modèle, le cas de facteurs continus
      - Cas de facteurs discrets, table de contingence et test du Khi2
    - Le modèle linéaire généralisé
      - Fondements théoriques
      - Dangers des transformations
      - Cas de la distribution Gamma et autres distributions de probabilité
  - Apprentissage supervisé : Machine Learning
    - Etapes préliminaires à la mise en place d'un modèle
      - Echantillon d'apprentissage, de test et de validation
      - Erreur d'apprentissage et de prédiction
    - Arbres de régression et Arbres de classification (CART)
      - Avantages / Défauts
      - Exemple d'arbre de régression
      - Comparaison de modèles avec une régression
    - Les réseaux de neurones
      - Avantages / Défauts
      - Exemple de réseaux de neurones
      - Comparaison de modèles avec une régression
    - Comparaison des méthodes, critères de qualité des modèles
      - Différences entre explication et prédiction, la courbe ROC
      - Le sur-apprentissage
      - Validation croisée, Bootstrap forest, Boosted trees

- Analyse des données fonctionnelles
  - Méthode de lissage
    - Spline cubique
    - Polynômes locaux
  - Réduction de dimension
    - Grandeurs statistiques (moyenne...)
    - Décomposition en coefficients d'ondelettes
  - Réduction de dimensions pour données fonctionnelles
    - Rappels sur l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et la classification
    - ACP sur les données brutes / ACP fonctionnelle
  - Modélisation de données fonctionnelles
    - Tests statistiques : un exemple
    - Modèle linéaire généralisé avec données fonctionnelles
    - Arbres de régression avec données fonctionnelles
  - Détection de courbes atypiques
    - Méthodes simples
    - Méthodes multivariées
    - Un exemple innovant : CHAM

## Statistique inférentielle et modélisation

- Durée : 2 jours
- Objectifs : connaître les tests d'hypothèses, les modèles d'Analyse de Variance et la Régression Multiple
- Public : Data Scientists ou statisticiens, chercheurs et ingénieurs et candidats Black Belt
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciels utilisés : JMP et/ou R
- Prérequis : connaissance de la statistique de base
  
- Introduction
  - Statistique et science des données
  - Les étapes de l'apprentissage statistique
  - Les grandes familles de méthodes statistiques
- Les intervalles de confiance
  - Bases statistiques
  - Calcul d'un intervalle de confiance
  - Variation d'échantillonnage et inférence
- Tests d'hypothèses
  - Comparaison des moyennes : t-test et ANOVA à un facteur
  - Comparaison des variances ou des écarts type
  - Tests pour données appariés
  - Tests non-paramétriques pour données non-normales
  - Tests de comparaison des proportions
- La régression et l'analyse de variance
  - La corrélation
    - Corrélation de Pearson et corrélation de Spearman
    - Corrélation et causalité : de Fisher au Big Data
    - Matrice de corrélation graphique
  - La régression multiple
    - Le modèle et le principe des moindres carrés
    - R-carré et qualité du modèle, interprétation du modèle
    - Les prévisions
    - Modèles parcimonieux, la régression stepwise
  - L'ANOVA multi-facteurs
    - Lien avec les plans d'expérience
    - Corrélation des estimations et risques associés
    - Approche graphique
    - Lien entre ANOVA et régression
  - Diagnostics de modèle : indépendance, normalité, homoscedasticité, colinéarité
- Modèle pour réponses binaires ou qualitatives
  - Introduction au modèle linéaire généralisé
  - Le principe du maximum de vraisemblance
  - Le modèle Logistique
    - Prévisions et diagnostics
    - Interprétation du modèle
    - La courbe ROC (risques alpha et beta)
  - Risque de sur-apprentissage, échantillon d'apprentissage et de validation

## Détection d'anomalies – Outlier Detection

- Durée : 2 jours
- Objectifs : approfondir la connaissance de la détection d'anomalies dans un contexte de données numériques et/ou fonctionnelles à l'aide de méthodes principalement non-supervisées
- Public : Data Scientists ou statisticiens, chercheurs, ingénieurs et candidats Black Belt
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciels utilisés : JMP et/ou R
- Prérequis : connaissance de la statistique de base
  
- Introduction
  - Qu'est-ce qu'une anomalie ? une valeur influente ? une valeur extrême ?
  - Les différentes motivations à la détection d'anomalies
  - La notion de robustesse
- Les méthodes univariées
  - La règle du k-sigma et test de Grubbs
  - Règles du boxplot
  - Tests en fonction de la distribution
- Les méthodes multivariées - généralités
  - Les grandes approches dans la détection d'anomalies
  - Evaluation des méthodes
    - Caractéristiques souhaitées
    - Métriques
    - Contributeurs ou signature des défauts
- Les méthodes multivariées basées sur un modèle probabiliste
  - $T^2$  de Hotelling, la distance de Mahalanobis et sa version robuste
  - Notion de profondeur et notion d'angles
- Les méthodes multivariées basées sur la détermination d'un sous-espace
  - L'ACP et sa version robuste
  - Les réseaux de neurones
- Les méthodes multivariées basées sur la notion de proximité
  - La classification non supervisée
  - Le LOF basé sur la densité
- Les méthodes pour des données fonctionnelles
  - Introduction au contexte de données fonctionnelles
  - L'analyse de données fonctionnelles
    - Méthode de lissage
      - spline cubique
      - Polynômes locaux
    - Réduction de dimension
      - Grandeurs statistiques (moyenne...)
      - Décomposition en coefficients d'ondelettes
  - Méthodes de détection d'anomalies dans un contexte univarié
  - Méthodes de détection d'anomalies dans un contexte multivarié
- Les méthodes pour des données en HDLSS (grande dimension, faible taille d'échantillonnage)
  - Présentation des challenges induits par ce contexte
  - Les principales méthodes

## Maîtrise Statistique des Procédés

- Durée : 2 jours
- Objectifs : acquérir une connaissance méthodologique et pratique de la MSP et des différents types de cartes de contrôle
- Public : ingénieurs et techniciens de procédé et de test, qualityiciens et toute personne ayant à contrôler un procédé
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel(s) utilisé(s) : JMP, Minitab ou Statgraphics
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction générale
- Préalable à la MSP : la capabilité de la mesure
  - Notions de métrologie
  - Sources de variations – Causes communes (aléatoires), causes spéciales (assignables)
  - Introduction aux études d'incertitudes (gage R&R)
- La capabilité du procédé
  - Introduction au six sigma
  - Indice de capabilité Cp et CpK
  - Calculs dans le cas de paramètres ne suivant pas une loi normale
- Les cartes de contrôle
  - Les principes de la carte de contrôle
    - Construction d'une carte de contrôle : mode d'échantillonnage et calcul des limites de contrôle à partir d'une période de référence
    - Différences entre limites de contrôle et limites de spécification
    - Le taux de fausses alarmes dans le cas gaussien (loi Normale)
    - Les règles de Western Electric pour déterminer si un procédé est hors-contrôle
  - Les différents types de cartes de contrôle
    - Cartes simples de type individuelles
    - Cartes de Shewhart (moyenne / dispersion) pour la détection de dérèglages rapides :  $\bar{X}$ /R,  $\bar{X}$ /S
    - Cartes de type EWMA (moyennes mobiles) pour la détection de dérèglages lents
    - Cartes aux attributs de type cartes P ou cartes C
    - Cartes multivariées (T<sup>2</sup> de Hotelling)
  - Cartes de contrôle sous hypothèses non-standards
    - Différentes sources de variations
    - Limites de contrôle dans le cas de paramètres non gaussiens
    - Données auto-corrélées
  - Réaction en cas de hors-contrôle
- Le système MSP dans l'entreprise

## Échantillonnage

- Durée : 1 jour
- Objectifs : acquérir une connaissance méthodologique de l'échantillonnage
- Public : toute personne ayant à contrôler un procédé et décider d'une stratégie d'échantillonnage
- Méthodes pédagogiques : cours et travaux pratiques
- Logiciel(s) utilisé(s) : R
- Prérequis : connaissances en statistique inférentielle

### Programme

- Définition rapide des différents types d'échantillonnage
  - Simple
  - Stratifié
  - A deux degrés
- Estimation d'une moyenne et d'une proportion et propriétés des estimateurs
- Taille d'échantillon
  - Pour qualifier un nouveau procédé
  - Pour alléger l'échantillonnage
- Approximations de la loi Binomiale par loi de Poisson et normale
  - Les bonnes conditions
  - Intervalle de confiance
  - Quelques problèmes dus aux approximations
    - Cas discrets
    - Petits effectifs
    - Quelques solutions
- Rappels sur les tests
  - Hypothèses, risques, ...
  - Lien entre les risques et la taille de l'échantillon
- Cartes de contrôle pour nombre de défectueux
  - Cartes p et np, problèmes rencontrés
  - Cartes de contrôle pour événements rares : Cartes G
- Applications avec Minitab et R

## Plan d'expérience : les fondamentaux

- Durée : 2 jours
- Objectifs : acquérir une connaissance méthodologique et pratique des plans d'expérience, être autonome dans la création et l'analyse et l'interprétation d'un plan d'expérience
- Public : Techniciens, ingénieurs et techniciens de procédé, de formulation, chercheurs, concepteurs et qualitatifs, toute personne ayant à concevoir ou optimiser contrôler un produit ou un procédé
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques (catapulte et/ou hélicoptère)
- Logiciel(s) utilisé(s) : JMP, Minitab ou Statgraphics
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction aux plans d'expérience
  - Définitions et vocabulaire du plan d'expérience
  - Le plan d'expérience contre la méthode du « un facteur à la fois »
- Plans complets
  - Création de plans simples
  - Principe d'équilibre et d'orthogonalité
  - Les interactions
  - Analyse complète d'un plan complet à la main
- Plans fractionnaires
  - Principe de création
  - Confusion des effets et des interactions
  - Notion d'alias et de résolution d'un plan fractionnaire
  - Revue des différents plans fractionnaires
  - Création d'un plan fractionnaire avec un logiciel
- Analyse statistique d'un plan d'expérience avec un logiciel
  - ANOVA
  - Principe de parcimonie
  - Sorties graphiques
  - Diagnostic du modèle
- Facteurs de bloc et aléarisation
- Plan de criblage
- Principe de création
  - Plans de type Taguchi ou Plackett Burman pour un grand nombre de facteurs
  - Analyse statistique d'un plan de criblage
  - Notion de taille d'échantillon réduite
- Plan de surface de réponse
  - Objectif et principes de ces plans
  - Optimisation et lien avec la régression
  - Optimisation multicritères, fonctions de désirabilité
- Plan sur mesure – plan optimaux
  - Principe, risques et avantages
  - Création pas à pas d'un plan sur mesure
  - Quelques applications des plans optimaux
- Cartographie des différents types de plan d'expérience



## Plans d'expérience avancés

- Durée : 2 jours
- Objectifs : acquérir une connaissance méthodologique et pratique des plans particuliers que sont les plans optimaux, de criblage définitif, les plans robustes et le design space
- Public : ingénieurs, chercheurs, concepteurs et qualitatifs
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel(s) utilisé(s) : JMP
- Prérequis : plan d'expérience les fondamentaux

### Programme

- Rappels sur les propriétés des plans usuels, orthogonalité et ANOVA
  - Nombre d'essais
  - Différents nombres de niveaux
  - Modèle fixé a priori
- Fondements des plans optimaux
  - D-Optimalité : principes
  - Utilisation d'un plan D-optimal
  - I-Optimalité et plans RSM
  - Variances des coefficients du modèle
- Plan optimaux en action
  - Augmentation d'un plan d'expérience
  - Plans de mélange
  - Plans avec contraintes
  - Plans avec Blocs
  - Le Split Plot Design
  - Etude de cas hélicoptère
- Definitive Screening Design – Plans de criblage définitif
  - Principes théoriques
  - Puissance et limites
  - Analyse statistique
  - Exemples d'application
- Le « Robust Design »
  - La méthode Taguchi
    - La fonction perte, les facteurs de bruit
    - Plans externes et internes, modélisation du signal sur bruit
    - Limites de la méthode Taguchi
  - Les plans robustes
    - Concept d'interaction facteurs contrôlés/facteurs de bruit
    - Analyse des facteurs de bruit, analyse des facteurs contrôlés
    - Interprétation du plan robuste avec l'ANOVA
- Tolerance design et Design Space
  - Tolerance Design
    - Comment calculer une tolérance ?
    - Fonctions de désirabilité à l'optimum
    - Simulations pour calculer des tolérances
  - Design Space
    - Concept de Design Space
    - Simulations pour créer l'espace des facteurs
    - Applications

## Fiabilité et données de Survie

- Durée : 2 jours (3 avec coaching)
- Objectifs : acquérir une connaissance méthodologique et pratique de la fiabilité, des modèles de durée de vie et des méthodes statistiques associées
- Public : ingénieurs et qualitateurs, médecins et chercheurs, toute personne ayant à quantifier la fiabilité et réaliser des études de risque basées sur des données de survie
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel(s) utilisé(s) : JMP
- Prérequis : bases de la statistique

### Programme

- Introduction aux modèles de fiabilité et aux données de survie
- L'inférence statistique
  - La distribution normale
  - Intervalles de confiance sur une moyenne
  - « Risk assessment » : intervalle de confiance sur une proportion
  - Le cas particulier des petits échantillons
  - Le principe d'un test statistique
- Les distributions de durée de vie
  - Rappels de probabilité
  - Les principales distributions : Exponentielle, Weibull, Lognormal, Gamma
  - Comparaison des distributions
  - Fonction de survie et de risque
  - Définition et estimation du MTTF et du MTBF
- Estimateurs et modèles de durée de vie
  - La censure
  - Estimateur de Kaplan Meyer
  - Modèle de Cox
- Ajustement de la durée de vie à un facteur
  - Essais accélérés : le principe
  - Modèle d'Arrhenius et autres modèles d'accélération
  - Méthodes statistiques sous-jacentes
  - Tests de Wilcoxon entre groupes
  - Estimation du MTTF et du facteur d'accélération
- Modèles d'ajustement à plusieurs facteurs
  - Rappels théoriques
  - Les différents modèles
  - Qualité et choix de modèle
  - Prévisions de la durée de vie
- Modèles de dégradation
  - Le principe
  - Mise en pratique
  - Prévision des durées de vie
- Introduction aux plans d'expérience pour la fiabilité
  - Principe général
  - Concept et critère de plan optimal
  - Application

## Fondamentaux de JMP et de la statistique

- Durée : 2 jours (3 avec coaching)
- Objectifs : connaître le logiciel JMP de manière approfondie pour gérer les données, réaliser des analyses statistiques et graphiques
- Public : toute personne ayant à utiliser la statistique et les graphiques pour des analyses basées sur des données
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Présentation générale du logiciel
  - Forces et faiblesses
  - Revue des différentes options
- Gestion des données
  - Importation de fichiers
  - Mise en forme de données
  - Méthodologie de nettoyage des données
  - Options pour masquer des données
- Analyses descriptives
  - Moments d'un paramètre : moyenne, écart type et autres moments
  - Statistiques non-paramétriques : médiane, quantiles et autres statistiques
  - L'histogramme et la boîte à moustache
- Analyses graphiques
  - Le constructeur de graphique
  - Le graphe de variabilité
  - Le « scatter plot »
  - Les courbes d'isoreponses
  - Les diagrammes en secteur et le graphique de Pareto
- Intervalle de confiance et tests statistiques
  - Le principe d'inférence et la normalité des données
  - Intervalles de confiance
    - D'une moyenne
    - D'une proportion
- Tests statistiques de comparaison
  - Des moyennes : t-test et ANOVA
  - Des variances ou des écarts type
  - Non-paramétriques pour données non-normales
- Modélisation statistique
  - La régression simple
  - La régression multiple
  - La régression stepwise

## Programmation JSL et Automatisation par Dashboard

- Durée : 2 jours
- Objectifs : savoir développer en JSL (JMP Scripting Language)
- Public : Data Scientists ou ingénieurs, développeurs JMP
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP (JSL)
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Formation (1 jour)
  - Query Builder et Dashboard
    - Construire facilement des requêtes sans programmer en SQL
    - Le Dashboard pour automatiser de nombreuses analyses répétitives
      - Prise en main
      - Développement de tableaux de bord plus complexes
  - Introduction au langage de programmation JSL
    - Les tables
    - Les matrices, les listes
    - Syntaxe générale (boucles, conditions, dates, fonctions...)
  - Interface utilisateur
    - Boîtes de dialogue et construction
    - Passage en paramètres des choix d'utilisateurs
    - Exemples
  - Autres Fenêtres
    - Fenêtres graphiques JMP et « Customization »
    - Récupération des résultats depuis une sortie JMP
    - Utilisation des projets ou sorties dans un journal
  - Mise en pratique
    - Passage en revue des programmes du client (si applicable)
    - Création d'un premier programme JMP
- Coaching JSL (2 demi-journées)
  - Les sessions de coaching sont partie intégrante de la formation
  - Elles serviront à mettre en pratique toutes les notions vues
  - Applications sur un premier projet du client
  - Deux sessions de coaching
    - Dashboard et Query Builder
    - Rappel des notions JSL nécessaires au programme du client
    - Revue des programmes réalisés par les stagiaires et aide sur ces programmes, création de nouvelles fonctions

# Lean Six Sigma

## Design For Six Sigma – DFSS

- Durée : 4 jours (8 jours avec mentoring pour certification Green Belt)
- Objectifs : connaître les méthodes et outils de la conception robuste et des plans d'expérience
- Public : tous les concepteurs, ingénieurs de développement produit ou technologie, chef de projets et qualitatifs
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP ou Minitab
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Présentation de la démarche Lean Six Sigma
  - Définition : Lean Six Sigma de quoi s'agit-il ?
  - Introduction : comment cela fonctionne-t-il ?
  - Les méthodes DMAIC et DFSS (DMADV)
  - DMAIC et DFSS quelle méthode pour quels cas ?
  - Le déploiement de la démarche : comment mettre en œuvre et réussir
- Introduction : les particularités des démarches de conception/ re-conception
  - Différences essentielles entre amélioration et re-conception de processus
  - Présentation de la démarche DFSS
  - Les types de problématiques traitées par DFSS
  - L'organisation nécessaire à la réussite de la démarche
- Initier la démarche DFSS
  - Choix d'un thème de projet d'amélioration
  - Présentation de la méthodologie de sélection de projets
  - Les outils de sélection (mode de détection de sujets potentiels, grille d'évaluation)
  - Comment concrétiser un projet et le formaliser
  - Préparation du lancement d'un projet
  - Désignation de l'équipe projet
  - Identification des critères de performance globale pour le projet
  - Reporting Lean Six Sigma : le tableau de bord d'avancement méthode, points de fin de phase, suivi des indicateurs
  - Rôle et responsabilités
  - Formalisation d'un contrat de projet
- Les étapes de la démarche DFSS
  - Phase d'identification
    - Réaliser la cartographie du process
    - Identifier les clients et leurs besoins
    - Etablir le « business case »
    - Identifier et quantifier les CTQ (variables critiques pour le respect des besoins du client)
    - Traduire les besoins clients en spécifications techniques
  - Phase de mesure / modélisation
    - Définitions opérationnelles, incertitude de mesure

- Identifier les paramètres critiques du processus pour le respect des CTQ (AMDEC)
  - La voix du client formalisée par l'analyse conjointe
  - Calculer la capabilité du processus actuel par rapport aux spécifications des variables critiques (CTQ)
- Phase de conception/ re-conception -
  - Définir la conception/re-conception
    - Benchmarking
    - Innovation par les méthodes de créativité
  - Réaliser la conception / re-conception
    - Identifier les risques potentiels
    - Formaliser les paramètres critiques
    - Notions d'intervalle de confiance pour petits échantillons
  - Plan d'expérience pour prototypage
    - Les plans de criblage
    - Les plans optimaux
    - Les plans de réponse de surface
    - Simuler le fonctionnement du nouveau process
- Phase d'optimisation
  - Evaluer la capabilité du nouveau process pour respecter les spécifications des variables critiques (CTQ)
  - Optimiser la conception pour réduire la sensibilité des CTQ aux paramètres de process
  - Identifier les zones de robustesse du process en phase d'industrialisation
  - La philosophie Taguchi, la fonction perte
  - Le signal sur bruit, modélisation de la dispersion
  - Le « Robust Design », plans d'expérience pour assurer la robustesse
  - Etablir les valeurs cibles et les tolérances pour les paramètres du process : Tolerance Design : plans d'expérience pour fixer les limites de tolérance
- Phase de validation / contrôle
  - Réaliser les prototypes et les tests de validation
  - Evaluer le niveau de performance du process en matière de coûts délais et qualité
  - Identifier les risques, les modes de défaillances et leurs criticités, la fiabilité : AMDEC produit et procédé
  - Réviser la conception et apporter les modifications nécessaires
  - Pour les paramètres critiques identifier les modes de contrôle et les définir (modes de suivi et responsabilités)
  - Documenter le nouveau process
  - Informer, communiquer et former aux nouvelles pratiques.
  - Clôturer le projet

## Green Belt Lean Six Sigma

- Durée : 6 jours (9 jours avec mentoring pour certification IASSC) en intra-entreprise
- **Formule hybride elearning + coaching personnalisé pour une certification IASSC**
- Objectifs : connaître la méthodologie DMAIC et outils statistiques associés au six sigma pour atteindre la certification Green Belt, *par projet ou selon le référentiel IASSC*
- Public : tous les ingénieurs et techniciens de procédé, de maintenance, test et produit, ingénieurs de production et logisticiens, les chefs de projets et qualitatifs ...
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP ou Minitab
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Présentation de la démarche Six Sigma
  - Définition : Six Sigma de quoi s'agit-il ?
  - Introduction : comment cela fonctionne-t-il ?
  - Les méthodes DMAIC et DFSS (DMADV)
  - DMAIC et DFSS quelle méthode pour quels cas ?
  - Le déploiement de la démarche : comment mettre en œuvre et réussir
- Initier la démarche DMAIC
  - Choix d'un thème de projet d'amélioration
  - Présentation de la méthodologie de sélection de projets
  - Les outils de sélection (mode de détection de sujets potentiels, grille d'évaluation)
  - Comment concrétiser un projet et le formaliser
  - Préparation du lancement d'un projet
  - Désignation de l'équipe projet
  - Identification des critères de performance globale pour le projet
  - Rôle et responsabilités
  - Formalisation d'un contrat de projet
- Les étapes de la démarche DMAIC
  - Fondements et origines du Six Sigma
    - Shewhart et Deming, la maîtrise statistique
    - Juran et la gestion par projet
    - Taguchi et la fonction perte
    - La genèse du six sigma chez Motorola
    - L'extension mondiale et General Electric
  - DEFINE
    - La voix du business
      - Importance des aspects financiers pour l'entreprise
      - Métriques financières : marge brute, retour sur investissement
    - La voix du client
      - Phases amont : l'analyse conjointe et formalisation des besoins
      - Phase aval : incidents qualité, philosophie du zéro défaut
      - Paramètres critiques aux clients et critiques à la qualité (CTQ)
    - La charte de l'équipe
      - Définition de la charte en six points
      - Utilisation de la charte comme document de référence projet
    - Les cartographies du procédé

- Cartographie de haut niveau : SIPOC
    - Revue des autres cartographies
  - Les gains rapides
    - Définition d'un gain rapide
    - Recherche des gains rapides dans les premières phases du projet
  - Revue d'étape DEFINE
- MEASURE
  - Introduction au logiciel statistique
  - Importance des systèmes de mesure
  - Choix des bons indicateurs d'un projet Six Sigma et utilisation
  - Définitions opérationnelles
    - Rôle et mise en place
    - Application des définitions opérationnelles
  - Eléments de métrologie
    - Etalonnage
    - Biais et linéarité
    - Technique des échantillons appariés
    - Incertitude de mesure (R&R)
      - Définition statistique
      - Mise en place d'une étude d'incertitude
      - Les indices R&R et P/T ou CpM
      - Les critères d'acceptation du système de mesure
  - La distribution normale
    - Justification statistique, le théorème central limite
    - Importance de la loi normale dans la statistique
    - Applications
  - La capacité procédé ou produit
    - Sigma comme unité de mesure, la qualité Six Sigma
    - Indices Cp et CpK dans le cas normal
    - Indices Cp et CpK dans le cas non-normal
    - Applications avec logiciel
  - Revue d'étape MEASURE
  - Le LEAN
    - Les indicateurs du lean
    - Le visual management
    - Les 7 muda
    - Les 5S
    - Les cartographies du Lean
      - Le diagramme spaghetti
      - Le diagramme SIPOC
      - Le logigramme et le graphe métier
      - La VSM (Value Stream Mapping)
      - L'analyse de la Valeur
    - Le SMED et le TPM
    - Le Kaisen
    - Le Kanban
- ANALYZE
  - Principaux outils qualité du Six Sigma
    - Les 6M et le diagramme de cause à effet
    - Les 5 pourquoi



- Le Est/ N'est Pas
    - La matrice de priorisation
  - Méthodes statistiques
    - Intervalle de confiance
      - Pour une moyenne
      - Pour une proportion : riskassessment
    - Tests d'hypothèse
      - T-test de comparaison à une référence
      - T-test de comparaison de 2 échantillons
      - Analyse de variance à un facteur
      - Cas non-normal : test de Wilcoxon
    - Modèles de régression
      - Régression simple
      - Régression multiple
      - Diagnostic de régression : résidus, normalité
  - Revue d'étape ANALYZE
- IMPROVE
  - Innovation par les méthodes de créativité
    - Brainstorming
    - Six chapeaux
  - Plan d'expérience
    - Principes d'expérimentation
    - Les grandes familles de plans d'expérience
    - Plans factoriels complets et fractionnaires
    - Les plans de criblage et les plans de réponse de surface
    - Application sur un cas d'étude : la catapulte
  - La matrice de sélection des solutions
  - La communication
  - La production pilote
  - Le plan d'action
  - Revue d'étape IMPROVE
- CONTROL
  - Identifier les risques du nouveau procédé : revue AMDEC
  - Le plan de contrôle
  - La Maîtrise Statistique des Procédés (MSP/SPC)
    - Le principe de la carte de contrôle
    - Limites de contrôle et limites de spécification
    - Les cartes de contrôle
      - Cartes individuelles et les cartes  $\bar{X}$ /R et  $\bar{X}$ /S
      - Cartes EWMA et les cartes aux attributs pour variables discrètes
    - Les règles de Western Electric
    - Cartes de contrôle dans des cas non-standards
      - Données non-normales
      - Données auto-corrélées
      - Multiples sources de variation
    - Management de la MSP dans l'usine
  - Documenter le nouveau process
  - Informer, communiquer et former aux nouvelles pratiques
  - Revue d'étape CONTROL
- Clôturer le projet

## Black Belt Six Sigma

- Durée : 6 jours pour un Green Belt (10 jours avec mentoring pour certification Black Belt)
- **Formule hybride elearning + coaching personnalisé pour une certification IASSC**
- Objectifs : connaître de manière approfondie les outils statistiques avancés et la conduite du changement pour atteindre la certification Black Belt, *par projet ou selon le référentiel IASSC*
- Public : tous les ingénieurs de procédé, de maintenance, test et produit, ingénieurs de production et logisticiens, les chefs de projets et qualitatifs, personnes certifiées Green Belt
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP ou Minitab
- Prérequis : niveau Green Belt ou équivalent

### Programme

Cette formation permet de certifier un Black Belt selon le référentiel IASSC, ou grâce à un projet Six Sigma réussi, et contient les éléments suivants :

- Formation *Data Science* ou *Statistique Inférentielle et Modélisation*
- Formation *Plans d'expériences avancés*
- Formation *Conduite du Changement* (programme disponible sur demande)

De plus un accompagnement personnalisé est donné afin d'approfondir dans toutes les étapes du DMAIC les notions statistiques et la conduite du changement nécessaires à un futur Black Belt.

# Métrologie

## Fondamentaux de la métrologie

- Durée : 2 jours
- Objectifs : connaître les bases de la métrologie
- Public : toute personne ayant un lien avec la mesure : métrologue, ingénieurs test, qualitatif
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP ou Excel
- Prérequis : pas de prérequis

## Programme

- Introduction générale, historique de la métrologie
- Le vocabulaire de la métrologie (VIM)
- L'organisation de la métrologie au niveau national et international
- Revue des normes liées à la métrologie
  - Exigences de la norme ISO 9001
  - Les normes ISO 17020, 17025 et ISO 5725
  - Les autres normes liées à la métrologie
- Les différentes techniques de la métrologie
  - Quelques éléments de statistique
  - Les notions essentielles
    - Justesse
    - Biais et linéarité
    - Fidélité
    - Exactitude
    - Erreurs systématiques et aléatoires
    - Incertitude
    - Résolution et seuil de discrimination
  - Les techniques
    - Etalonnage
    - Calcul de l'incertitude
    - Capacité d'un instrument de mesure (Gage R&R)
    - Comparaison de deux équipements de mesure
  - Etude d'incertitude
    - Le principe
    - Le calcul des variances de la mesure et des objets mesurés
    - Les indices R&R, CpM et P/T
    - Les critères d'acceptation
    - Application sur logiciel

## Analyse des systèmes de mesure

- Durée : 2 jours (3 avec coaching)
- Objectifs : connaître toutes les méthodes statistiques pour analyser un système de mesure
- Public : toute personne ayant à analyser un système de mesure : métrologue, ingénieurs test, qualitatifs ...
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction générale
  - Le vocabulaire de la métrologie
  - Introduction au logiciel statistique
- Inférence statistique et systèmes de mesure
  - Intervalle de confiance
  - Tests de comparaison
  - Technique des tests appariés
- Les différentes techniques de l'analyse des systèmes de mesure
  - Vocabulaire de la métrologie basé sur le VIM
  - Résolution, biais et linéarité
  - Différence entre étalonnage et incertitude de mesure
  - Échantillonnage
  - Comparaison d'éléments du système de mesure
  - Étalonnage et maîtrise statistique de l'étalonnage
  - Etude d'incertitude (Gage R&R) : les bases
    - Le principe
    - Le calcul des variances de la mesure et des objets mesurés
    - Écart type total : méthodes de calcul
    - Les guardbands: calcul et mise en œuvre
    - Les indices R&R, CpM et P/T
    - Les critères d'acceptation
    - Sources de variation, facteurs croisés et facteurs nichés
    - Etude d'incertitude : approfondissements
- Plans d'expérience optimaux pour une étude d'incertitude
- Le nombre de pièces nécessaire à une étude d'incertitude
- Les cas des mesures destructrices
- Cas de mesures nominales
  - Le principe
  - Les indices Kappa
  - Mise en œuvre

## ISO 5725-2 Répétabilité et la reproductibilité d'une méthode de mesure

- Durée : 1 jour
- Objectifs : connaître la norme ISO5725-2
- Public : métrologues, ingénieurs produit et test, qualitatifs, responsables de laboratoire d'essais et de mesures
- Méthodes pédagogiques : cours, exercices sur logiciel et travaux pratiques
- Logiciel utilisé : JMP
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction générale à la métrologie
- Définition et vocabulaire de la métrologie
- Différences entre justesse et fidélité
- Conditions d'une expérience de fidélité
  - Schéma des essais
  - Recrutement des laboratoires
  - Conditions générales sur les matériaux et le personnel
- Analyse statistique d'une expérience de fidélité (étude d'incertitude)
  - Considérations générales
  - Mise en forme des données
  - Détection des valeurs atypiques, tests de Cochran et de Grubbs
  - Calculs des moyennes et de variances
  - Calculs manuels ou avec Excel
  - Calculs avec un logiciel statistique (si applicable)
  - Analyse et interprétation statistique des résultats
  - Mise en forme du rapport et décisions à prendre

## La norme ISO 17025

- Durée : 2 jours
- Objectifs : cette formation permet d'acquérir une connaissance approfondie des exigences de la norme ISO 17025 ainsi que des outils nécessaires à sa mise en œuvre et de comprendre le processus d'accréditation
- Public : ingénieurs, techniciens et responsables métrologie, audit et qualité de laboratoires d'étalonnage et d'essais. Clients de laboratoires d'étalonnage et d'essais
- Méthodes pédagogiques : présentation détaillée de la norme et des documents qui s'y rattachent, exemples d'évidences attendues par les organismes d'accréditation, exercices, QCM
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction générale
  - Famille des normes de la série ISO 17000
  - Historique de la norme ISO 17025
  - Domaine d'application
  - Références normatives, termes et définitions
- Les exigences de la norme ISO 17025
  - Exigences, générales
  - Exigences structurelles
  - Exigences relatives aux ressources
  - Exigences relatives aux processus
  - Exigences relatives au management
- Annexe A (informative)
- Annexe B (informative)
- Les évidences attendues
- Focus technique
  - Le vocabulaire de la métrologie
  - Quelques éléments de statistique
  - Quelques notions essentielles
  - L'étalonnage
  - Calcul de l'incertitude de mesure
  - Calcul de la capabilité d'un instrument de mesure (R&R & P/T)
  - Comparaison d'équipements de mesure
  - Echantillonnage et intervalles de confiance
  - Comparaison interlaboratoires
- ISO 17025 et ISO 9001
- Evolution de la norme ISO 17025 de la version 2005 à la version 2017
- Le processus d'accréditation
  - Différences entre accréditation et certification
  - Domaine d'accréditation
  - Origines et intérêt de l'accréditation
  - Le Cofrac
- Etat des lieux de l'organisme vis-à-vis de la norme ISO 17025

## La norme ISO 17020

- Durée : 2 jours
- Objectifs : cette formation permet d'acquérir une connaissance approfondie des exigences de la norme ISO 17020 ainsi que des outils nécessaires à sa mise en œuvre et de comprendre le processus d'accréditation
- Public : ingénieurs, techniciens et responsables métrologie, audit et qualité d'organismes procédant à l'inspection
- Méthodes pédagogiques : présentation détaillée de la norme et des documents qui s'y rattachent, exemples d'évidences attendues par les organismes d'accréditation, exercices, QCM
- Prérequis : pas de prérequis

### Programme

- Introduction générale
  - Famille des normes de la série ISO 17000
  - Le guide d'application IAF/ILAC-A4 / (INS Réf 02)
  - Les documents de référence INS Réf 05 et INS GTA 02
- Introduction générale
  - Domaine d'application
  - Références normatives
  - Termes et définitions
- Les exigences de la norme ISO 17020
  - Exigences générales
  - Exigences structurelles
  - Exigences en matière de ressources
  - Exigences relatives aux processus
  - Exigences en matière de système de management
- Le document Cofrac INS REF 02
- Focus technique
  - AMDEC
  - Le vocabulaire de la métrologie
  - Quelques notions essentielles
  - L'étalonnage
  - Les études d'incertitude
  - L'échantillonnage
- Convergences et divergences des normes ISO 17020 et ISO 9001
  - Divergences
  - Convergences
- Le processus d'accréditation
  - Différences entre accréditation et certification
  - Domaine d'accréditation
  - Origines et intérêt de l'accréditation
  - Le Cofrac
- Etat des lieux de l'organisme vis-à-vis de la norme ISO 17020