

Parcours d'apprentissage 1 : Fondements de l'analyse des données

Statistiques descriptives et analyse graphique

- **Types de données**
 - Concepts de base
 - Types de données
 - Questionnaire : Types de données
- **Utilisation de graphiques pour analyser des données**
 - Concepts de base
 - Cartes barres et diagrammes de Pareto
 - Graphiques en secteurs
 - Cartes thermiques
 - Histogrammes
 - Diagrammes à points
 - Diagrammes des valeurs individuelles
 - Boîtes à moustaches
 - Diagrammes de série chronologique
 - Importance de l'ordre chronologique
 - Questionnaire : Utilisation de graphiques pour analyser des données
 - Outils Minitab : Carte barre
 - Outils Minitab : Graphique en secteurs
 - Outils Minitab : Cartes thermique
 - Outils Minitab : Histogramme
 - Outils Minitab : Diagramme à points
 - Outils Minitab : Diagramme des valeurs individuelles
 - Outils Minitab : Boîtes à moustaches
 - Outils Minitab : Diagramme de série chronologique
 - Exercice : Analyse graphique
- **Utilisation de statistiques pour analyser des données**
 - Concepts de base
 - Moyenne et médiane
 - Etendue, variance et écart type
 - Questionnaire : Utilisation de statistiques pour analyser des données
 - Outils Minitab : Afficher les statistiques descriptives
 - Exercice : Statistiques descriptives

Inférence statistique

- **Bases de l'inférence statistique**
 - Concepts de base
 - Echantillons aléatoires
 - Questionnaire : Bases de l'inférence statistique
 - Outils Minitab : Échantillonnage aléatoire
- **Distributions d'échantillonnage**
 - Concepts de base
 - Distribution d'échantillonnage de la moyenne
 - Questionnaire : Distributions d'échantillonnage
- **Loi normale**
 - Concepts de base
 - Probabilités associées à une loi normale
 - Probabilités associées à la moyenne d'échantillon
 - Questionnaire : Loi normale
 - Outils Minitab : Probabilités cumulées avec une loi normale
 - Exercice : Probabilités et lois normale

Tests d'hypothèse et intervalles de confiance

- **Tests et intervalles de confiance**
 - Intervalles de confiance pour les paramètres de population
 - Intervalles de confiance
 - Test d'hypothèse
 - Utilisation des tests d'hypothèse pour la prise de décisions
 - Erreur de types I et II et puissance
 - Questionnaire : Tests et intervalles de confiance
- **Test t à 1 échantillon**
 - Concepts de base
 - Diagrammes des valeurs individuelles
 - Résultats du test t à 1 échantillon
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test t à 1 échantillon
 - Outils Minitab : Test t à 1 échantillon
 - Exercice : Test t à 1 échantillon
- **Test à 2 variances**
 - Concepts de base
 - Boîtes à moustaches
 - Résultats d'un test à 2 variances
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test à 2 variances
 - Outils Minitab : Test à 2 variances
 - Exercice : Test à 2 variances
- **Test t à 2 échantillons**
 - Concepts de base
 - Diagrammes des valeurs individuelles
 - Résultats du test t à 2 échantillons
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test t à 2 échantillons
 - Outils Minitab : Test t à 2 échantillons
 - Exercice : Test t à 2 échantillons
- **Test t pour données appariées**
 - Concepts de base
 - Diagrammes des valeurs individuelles
 - Résultats du test t pour données appariées
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test t pour données appariées
 - Outils Minitab : Test t pour données appariées
 - Exercice : Test t pour données appariées
- **Test à 1 proportion**
 - Concepts de base
 - Résultats d'un test à 1 proportion
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test à 1 proportion
 - Outils Minitab : Test à 1 proportion
 - Exercice : Test à 1 proportion
- **Test à 2 proportions**
 - Concepts de base
 - Résultats d'un test à 2 proportions
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test à 2 proportions
 - Outils Minitab : Test à 2 proportions
 - Exercice : Test à 2 proportions
- **Test du Khi deux**
 - Concepts de base
 - Résultats du test du Khi deux
 - Hypothèses
 - Questionnaire : Test du Khi deux
 - Outils Minitab : Test du Khi deux
 - Exercice : Test du Khi deux

Analyse de la variance (ANOVA)

- **Bases de l'ANOVA**
 - Concepts de base
 - Graphiques et statistiques récapitulatives
 - Questionnaire : Bases de l'ANOVA
- **ANOVA à un facteur contrôlé**
 - Tests d'hypothèse
 - Statistiques F et valeurs de p
 - Comparaisons multiples
- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Questionnaire : ANOVA à un facteur contrôlé
- Outils Minitab : ANOVA à un facteur contrôlé
- Exercice : ANOVA à un facteur contrôlé
- Utilisation des blocs dans l'ANOVA à un facteur
- **ANOVA à double entrée**
 - Concepts de base
 - Graphiques
 - Tests d'hypothèse
 - Statistiques F et valeurs de p
 - Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
 - Questionnaire : ANOVA à double entrée
 - Outils Minitab : ANOVA à double entrée
 - Exercice : ANOVA à double entrée

Corrélation et régression

- **Relation entre deux variables quantitatives**
 - Concepts de base
 - Nuage de points
 - Corrélation
 - Questionnaire : Relation entre deux variables quantitatives
- Outils Minitab : Nuage de points
- Outils Minitab : Corrélation
- Exercice : Nuages de points et corrélation
- **Régression simple**
 - Concepts de base
 - Tests d'hypothèse et R-sq
- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Questionnaire : Régression simple
- Outils Minitab : Régression linéaire simple
- Exercice : Régression simple
- Analyse des tendances dans les séries chronologiques

Parcours d'apprentissage 2 : Analyse statistique de la qualité

Cartes de contrôle

- **Contrôle statistique des procédés**
 - Cartes de contrôle des phases 1 et 2
 - Concepts de base
 - Schémas dans les cartes de contrôle
 - Questionnaire : Contrôle statistique des procédés
- **Cartes de contrôle pour des données de variables en sous-groupes**
 - Concepts de base
 - Cartes R
 - Cartes S
- Cartes $\bar{X}$
- Questionnaire : Cartes de contrôle pour des données de variables en sous-groupes
- Outils Minitab : Carte $\bar{X}$ -R
- Exercice : Carte $\bar{X}$ -R
- Étude de cas : graphique $\bar{X}$ -R
- **Cartes de contrôle pour des observations individuelles**
 - Concepts de base
 - Cartes d'étendue mobile
 - Carte de contrôle des individus
- Questionnaire : Cartes de contrôle pour des observations individuelles
- Outils Minitab : Carte I-EM
- Exercice : Carte I-EM
- **Cartes de contrôle pour données d'attributs**
 - Concepts de base
 - Cartes NP et P
 - Cartes C et U
 - Questionnaire : Cartes de contrôle pour données d'attributs
 - Outils Minitab : Carte P
 - Exercice : Carte P

Capabilité du procédé

- **Capabilité du procédé pour des données normales**
 - Concepts de base
 - Hypothèses
 - Tests de normalité
 - Questionnaire : Capabilité du procédé pour des données normales
 - Outils Minitab : Test de normalité
 - Exercice : Hypothèses pour la capabilité du procédé
- **Indices de capabilité**
 - Capabilité potentielle : Cp et Cpk
 - Performances du procédé : Pp et Ppk
 - Niveau Sigma
 - Questionnaire : Indices de capabilité
- Outils Minitab : Cp et Pp
- Outils Minitab : Niveau Sigma
- Exercice : Capabilité du procédé pour des données normales
- **Capabilité du procédé pour des données non normales**
 - Distributions alternées et transformations
 - Transformation de Box-Cox
 - Transformation de Johnson
 - Lois alternées
 - Questionnaire : Capabilité du procédé pour des données non normales
 - Outils Minitab : Transformation de Box-Cox
- Outils Minitab : Transformation de Johnson
- Outils Minitab : Analyse de capabilité avec la transformation de Johnson
- Outils Minitab : Lois alternées
- Outils Minitab : Analyse de capabilité avec des lois alternées
- Exercice : Capabilité du procédé avec les transformations de données
- Exercice : Capabilité du procédé avec les lois alternées

Analyse des systèmes de mesure

• Bases de l'analyse des systèmes de mesure

- Concepts de base
- Exactitude
- Fidélité
- Comparaison de l'exactitude et de la précision
- Questionnaire : Bases de l'analyse des systèmes de mesure

• Répétabilité et reproductibilité

- Concepts de base
- Etudes de R&R de l'instrumentation
- Questionnaire : Répétabilité et reproductibilité

• Analyse graphique d'une étude R&R de l'instrumentation

- Concepts de base
- Composantes de la variation
- Cartes $\bar{X}$ et R
- Interaction entre l'opérateur et la pièce

- Diagrammes comparatifs
- Cartes d'essais de l'instrumentation
- Questionnaire : Analyse graphique d'une étude R&R de l'instrumentation
- Outils Minitab : Etude croisée de R&R de l'instrumentation
- Outils Minitab : Carte d'essais de l'instrumentation
- Exercice : Analyse graphique d'une étude R&R de l'instrumentation

• Variation

- Écart type et variation de l'étude
- Tolérance
- Questionnaire : Variation
- Exercice : Analyse numérique de l'étude R&R de l'instrumentation

• ANOVA avec une étude R&R de l'instrumentation

- Composantes de la variance
- Analyse du tableau des variances
- Questionnaire : ANOVA avec une étude R&R de l'instrumentation
- Exercice : Résultats de l'ANOVA pour une étude de R&R de l'instrumentation

• Etude de linéarité et de biais de l'instrumentation

- Concepts de base
- Linéarité de l'instrumentation
- Biais de l'instrumentation
- Questionnaire : Etude de linéarité et de biais de l'instrumentation
- Outils Minitab : Etude de linéarité et de biais de l'instrumentation
- Exercice : Linéarité et de biais de l'instrumentation

• Analyse de concordance

- Concepts de base
- Données binaires
- Données nominales
- Données ordinales
- Questionnaire : Analyse de concordance
- Outils Minitab : Analyse de concordance avec des données binaires
- Outils Minitab : Analyse de concordance avec des données nominales
- Outils Minitab : Analyse de concordance avec des données ordinales
- Exercice : Analyse de concordance

Parcours d'apprentissage 3 : Plan d'expériences

Analyse de la variance (ANOVA)

• Bases de l'ANOVA

- Concepts de base
- Graphiques et statistiques récapitulatives
- Questionnaire : Bases de l'ANOVA

• ANOVA à un facteur contrôlé

- Tests d'hypothèse
- Statistiques F et valeurs de p

- Comparaisons multiples
- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Questionnaire : ANOVA à un facteur contrôlé
- Outils Minitab : ANOVA à un facteur contrôlé
- Exercice : ANOVA à un facteur contrôlé
- Utilisation des blocs dans l'ANOVA à un facteur

• ANOVA à double entrée

- Concepts de base
- Graphiques
- Tests d'hypothèse
- Statistiques F et valeurs de p
- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Questionnaire : ANOVA à double entrée
- Outils Minitab : ANOVA à double entrée
- Exercice : ANOVA à double entrée

Plan d'expériences (DOE)

• Plans factoriels

- Test T pour les effets dans DOE
- Concepts de base
- Création de plans factoriels complets
- Analyse de plans factoriels complets
- Questionnaire : Plans factoriels
- Outils Minitab : Création d'un plan factoriel complet
- Outils Minitab : Analyse d'un plan factoriel complet
- Exercice : Création d'un plan factoriel complet
- Exercice : Analyse d'un plan factoriel complet
- Étude de cas : plan factoriel complet

• Blocs et intégration de points centraux

- Blocs
- Points centraux
- Analyse des plans avec des blocs et des points centraux
- Questionnaire : Blocs et intégration de points centraux
- Outils Minitab : Créer un plan factoriel avec des blocs et des points centraux
- Outils Minitab : Analyser un plan factoriel avec des blocs et des points centraux
- Exercice : Créer un plan factoriel avec des blocs et des points centraux
- Exercice : Analyser un plan factoriel avec des blocs et des points centraux

• Plans factoriels fractionnaires

- Concepts de base
- Créer des plans factoriels fractionnaires
- Analyse de plans factoriels fractionnaires
- Questionnaire : Plans factoriels fractionnaires
- Outils Minitab : Créer un plan factoriel fractionnaire
- Outils Minitab : Analyser un plan factoriel fractionnaire

• Optimisation des réponses

- Optimisation de la réponse à l'aide de la désirabilité
- Optimisation des réponses
- Questionnaire : Optimisation des réponses
- Outils Minitab : Optimisation des réponses
- Exercice : Optimisation des réponses

Parcours d'apprentissage 4 : Analyse prédictive

Corrélation et régression

• Relation entre deux variables quantitatives

- Concepts de base
- Nuage de points
- Corrélation
- Questionnaire : Relation entre deux variables quantitatives
- Outils Minitab : Nuage de points

- Outils Minitab : Corrélation
- Exercice : Nuages de points et corrélation

• Régression simple

- Concepts de base
- Régression
- Tests d'hypothèse et R-sq

- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Questionnaire : Régression simple
- Outils Minitab : Régression linéaire simple
- Exercice : Régression simple
- Analyse des tendances dans les séries chronologiques

Régression multiple

• Relations entre des variables quantitatives multiples

- Données manquantes
- Concepts de base
- Graphique matriciel et corrélation
- Questionnaire : Relations entre des variables quantitatives multiples
- Outils Minitab : Graphique matriciel diagonal
- Outils Minitab : Corrélation multiple

- Outils Minitab : Ajuster un modèle de régression
- Exercice : Régression multiple

• Termes polynomiaux et d'interaction

- Termes polynomiaux
- Termes d'interaction
- Questionnaire : Termes polynomiaux et d'interaction
- Outils Minitab : Ajuster un modèle de régression avec un terme polynomial
- Outils Minitab : Ajuster un modèle de régression avec un terme d'interaction
- Exercice : Termes polynomiaux et d'interaction

• Sélection du modèle

- Régression pas à pas
- Régression sur les meilleurs sous-ensembles
- Questionnaire : Sélection du modèle
- Outils Minitab : Ajuster un modèle de régression avec la méthode pas à pas
- Outils Minitab : Régression sur les meilleurs sous-ensembles
- Exercice : Sélection du modèle

• Régression multiple

- Concepts de base
- Modèles de régression multiple
- Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
- Préviation
- Questionnaire : Régression multiple

• Régression logistique binaire

- Concepts de base
- Ajustement et diagnostics du modèle
- Visualisation et prévision du modèle
- Questionnaire : Régression logistique binaire
- Outils Minitab : Ajuster un modèle de régression logistique binaire
- Exercice : Régression logistique binaire

Analyse prédictive

• Analyse prédictive

- Concepts de base
- Apprentissage automatique
- Questionnaire : Analyse prédictive

- Questionnaire : Arbres de classification CART®
- Outils Minitab : Classification CART®
- Exercice : Classification CART®

• Validation du modèle

- Concepts de base
- Techniques de validation
- Questionnaire : Validation du modèle
- Outils Minitab : Ajuster le modèle de régression avec la validation

• Arbres de régression CART®

- Fractionnement de régression CART®
- Ajustement d'un arbre de régression CART®
- Utilisation des résultats de l'arbre de régression CART®
- Préviation à partir d'arbres de régression CART®
- Questionnaire : Arbres de régression CART®
- Outils Minitab : Régression CART® et préviation
- Exercice : Régression CART®

• Classification Random Forests

- Classification Random Forests
- Échantillonnage Bootstrap
- Concepts de base
- Validation Out-of-Bag
- Ajustement d'un modèle Random Forests
- Utilisation des résultats du modèle Random Forests
- Préviation avec un modèle Random Forests
- Questionnaire : Classification Random Forests
- Outils Minitab : Classification Random Forests
- Exercice : Classification Random Forests

• Méthodes fondées sur les arbres

- Concepts de base
- Utilisation d'arbres de décision
- Questionnaire : Méthodes fondées sur les arbres

• Arbres de classification CART®

- Fractionnement de la classification de la CART®
- Ajustement d'un arbre de classification CART®
- Statistiques récapitulatives du modèle
- Utilisation des résultats de l'arbre de classification CART®
- Préviation à partir d'arbres de classification CART®

• Régression MARS

- Concepts de base
- Nœuds
- Fonctions de base avec des nœuds
- Ajustement d'un modèle MARS
- Utilisation des résultats du modèle MARS
- Préviation avec un modèle MARS
- Questionnaire : Modèle de régression MARS
- Outils Minitab : Régression MARS
- Exercice : Régression MARS

• Régression TreeNet®

- Régression TreeNet®
- Concepts de base
- Ajustement d'un modèle de régression TreeNet®
- Utilisation des résultats du modèle TreeNet®
- Préviation avec un modèle de régression TreeNet®
- Questionnaire : Régression TreeNet®
- Outils Minitab : Régression TreeNet®
- Exercice : Régression TreeNet®