

## 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 normales

### 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
  - Corrélacion
  - Questionnaire : Relation entre deux variables quantitatives
- Outils Minitab : Nuage de points
- Outils Minitab : Corrélacion
- Exercice : Nuages de points et corrélacion
- 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
- 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
- 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
  - 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
- Régression multiple
  - Concepts de base
  - Modèles de régression multiple
  - Hypothèses et diagramme des valeurs résiduelles
  - Préviation
  - Questionnaire : Régression 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 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
- Validation du modèle
  - Concepts de base
  - Techniques de validation
  - Questionnaire : Validation du modèle
  - Outils Minitab : Ajuster le modèle de régression avec la validation
- 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®
  - Questionnaire : Arbres de classification CART®
- Outils Minitab : Classification CART®
- Exercice : Classification CART®
- 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®
- 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
- 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
- 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®