



# L'ESSENTIEL DE LA STATISTIQUE

Avec initiation à la Data Science

Cours appuyé par 140 exercices avec corrigés

Destiné aux étudiants de toutes les filières  
LMD , chercheurs et cadres des administrations  
et des entreprises

Hocine HAMDANI



EDITIONS  
ITINERAIRES  
SCIENTIFIQUES

# Sommaire

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Présentation des objectifs et contenu de l'ouvrage .....                                     | 12        |
| <b>PREMIÈRE PARTIE.....</b>                                                                  | <b>13</b> |
| <b>Les notions essentielles de statistique descriptive .....</b>                             | <b>13</b> |
| CHAPITRE 1. Les identificateurs statistiques .....                                           | 14        |
| 1. Qu'est-ce que la statistique ? .....                                                      | 14        |
| 2. Les données statistiques .....                                                            | 14        |
| 3. Ensemble statistique ou population statistique.....                                       | 14        |
| 4. Unité ou individu statistique .....                                                       | 14        |
| 5. La variable statistique .....                                                             | 15        |
| 6. Le Système National d'Information Statistique (SNIS).....                                 | 19        |
| 7. La problématique du chiffre noir des statistiques officielles .                           | 22        |
| 8. Les sources statistiques.....                                                             | 22        |
| 9. Les données massives ou Big Data .....                                                    | 23        |
| 10. Qu'est-ce-que la Science des Données ?.....                                              | 24        |
| 11. Les données ouvertes (Open Data) .....                                                   | 25        |
| 12. Big Data et Route de la Soie .....                                                       | 26        |
| 13. La démarche méthodologique de l'étude statistique .....                                  | 27        |
| Exercices .....                                                                              | 28        |
| CHAPITRE 2. Les données groupées, les tableaux statistiques et le traitement graphique ..... | 30        |
| 1. Les tableaux statistiques .....                                                           | 30        |
| 2. Le traitement graphique des données .....                                                 | 35        |
| Travaux Dirigés .....                                                                        | 51        |



|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| EXERCICES.....                                                                          | 52 |
| CHAPITRE 3. Les indicateurs de position .....                                           | 58 |
| 1. Le mode ou valeur dominante .....                                                    | 58 |
| 2. La médiane .....                                                                     | 60 |
| 3. La moyenne arithmétique .....                                                        | 61 |
| 4. Les autres types de moyennes .....                                                   | 62 |
| 5. Inégalité entre les moyennes : $\bar{x}_Q > \bar{x}_a > \bar{x}_G > \bar{x}_H$ ..... | 63 |
| Exercices .....                                                                         | 64 |
| CHAPITRE 4. Les indicateurs de dispersion .....                                         | 67 |
| 1. L'étendue (ou range) .....                                                           | 67 |
| 2. Les écarts absolus moyens .....                                                      | 67 |
| 3. Les rapports interfractiles .....                                                    | 69 |
| 4. Variance et écart-type .....                                                         | 72 |
| 5. Le coefficient de variation de Pearson .....                                         | 74 |
| 6. Le coefficient de dispersion relative interfractiles .....                           | 75 |
| 7. Le coeff. de dispersion / l'écart absolu moyen .....                                 | 76 |
| Exercices .....                                                                         | 77 |
| CHAPITRE 5. Les indicateurs de forme .....                                              | 80 |
| 1. Les indicateurs de position et le sens de l'asymétrie .....                          | 80 |
| 2. Le coefficient d'asymétrie de R. Fisher .....                                        | 80 |
| 3. Le coefficient d'aplatissement de K. Pearson. ....                                   | 80 |
| Exercices .....                                                                         | 81 |
| CHAPITRE 6. Les taux de variation temporels .....                                       | 83 |
| 1. Le taux de variation temporel .....                                                  | 83 |
| 2. Le taux de variation temporel global .....                                           | 83 |
| 3. Le taux de variation temporel moyen .....                                            | 83 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. La formule de détermination de la valeur de $V_t$ .....         | 84  |
| 5. Variables liées par une relation multiplicative $Z = X.Y$ ..... | 84  |
| 6. Variables liées par une relation de rapport $Z = X/Y$ .....     | 85  |
| Exercices .....                                                    | 86  |
| CHAPITRE 7. Les indices économiques .....                          | 89  |
| 1. L'indice simple : définition et propriétés .....                | 89  |
| 2. Les conditions de construction d'un indice synthétique.....     | 90  |
| 3. Les indices synthétiques.....                                   | 91  |
| 4. L'indice spatial .....                                          | 92  |
| 5. L'indice des prix à la consommation de l'ONS .....              | 93  |
| Exercices .....                                                    | 96  |
| CHAPITRE 8. Les indicateurs de l'inégalité sociale .....           | 99  |
| 1. La courbe de Lorenz .....                                       | 99  |
| 2. L'indice de Corrado Gini (1884-1965, Italie) .....              | 100 |
| 3. L'indicateur de la concentration .....                          | 101 |
| 4. Comparaison des courbes de Lorenz .....                         | 102 |
| 5. Les domaines d'application de l'indice de Gini .....            | 103 |
| 6. Les limites de l'indice de Gini .....                           | 103 |
| 7. L'indice de l'écart relatif moyen (E) .....                     | 104 |
| 8. L'indicateur de Kuznets (k) .....                               | 104 |
| 9. L'indice de Hoover (publié en 1936) .....                       | 104 |
| 10. Indice de Theil .....                                          | 105 |
| 11. Les paramètres de dispersion de revenu .....                   | 106 |
| 12. L'indice de développement humain (IDH) .....                   | 107 |
| 13. L'indice de civilité .....                                     | 109 |
| 14. Le strobiloïde de Louis CHAUVEL .....                          | 110 |



|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| Exercices .....                                                    | 111        |
| CHAPITRE 9. Régression et corrélation .....                        | 114        |
| 1. L'ajustement linéaire par MCO de la droite $y = ax + b$ .....   | 115        |
| 2. Le coefficient de corrélation linéaire $r(x, y)$ .....          | 116        |
| 3. Les tableaux de contingence .....                               | 117        |
| 4. Les paramètres des lois marginales .....                        | 120        |
| 5. Les paramètres des lois conditionnelles .....                   | 121        |
| 6. L'ajustement non-linéaire .....                                 | 125        |
| Exercices .....                                                    | 128        |
| CHAPITRE 10. Les Séries Chronologiques .....                       | 133        |
| 1. Construction graphique.....                                     | 133        |
| 2. Décomposition d'une série chronologique. ....                   | 134        |
| 3. Composante de longue durée .....                                | 134        |
| 4. Composante saisonnière .....                                    | 134        |
| 5. Détermination de la composante extra-saisonnière $r_{ij}$ ..... | 135        |
| 6. La méthode des moyennes mobiles.....                            | 138        |
| Exercices .....                                                    | 141        |
| <b>Première Partie corrigés des exercices .....</b>                | <b>142</b> |
| Chapitre 1. Les identificateurs statistiques .....                 | 142        |
| Chapitre 2. Les données groupées et traitement graphique .....     | 144        |
| Chapitre 3. Les indicateurs de position .....                      | 153        |
| Chapitre 4. Les indicateurs de dispersion .....                    | 160        |
| Chapitre 5. Les indicateurs de forme .....                         | 165        |
| Chapitre 6. Les taux de variation temporels .....                  | 169        |
| Chapitre 7. Les indices économiques .....                          | 171        |
| Chapitre 8. Les indicateurs de l'inégalité sociale .....           | 175        |

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| Chapitre 9. Régression et corrélation.....                      | 184        |
| Chapitre 10. Les séries chronologiques.....                     | 197        |
| <b>DEUXIEME PARTIE .....</b>                                    | <b>200</b> |
| <b>L'essentiel des probabilités et de l'estimation .....</b>    | <b>200</b> |
| Chapitre 1. Analyse combinatoire : les dénombrements.....       | 201        |
| 1. Arrangement avec répétition .....                            | 201        |
| 2. Arrangement sans répétition .....                            | 201        |
| 3. Permutations sans répétition .....                           | 201        |
| 4. Permutations avec répétition.....                            | 202        |
| 5. Combinaisons sans répétition .....                           | 202        |
| 6. Combinaison avec répétition .....                            | 202        |
| Exercices .....                                                 | 204        |
| Chapitre 2. Le calcul des probabilités.....                     | 206        |
| 1. Définition élémentaire .....                                 | 206        |
| 2. Le référentiel probabiliste .....                            | 206        |
| 3. Probabilités totales.....                                    | 207        |
| 4. Probabilités complémentaires .....                           | 207        |
| 5. Théorème de Bayes.....                                       | 207        |
| EXERCICES.....                                                  | 209        |
| Chapitre 3. Variables aléatoires et lois de probabilités.....   | 211        |
| 1. Variable aléatoire .....                                     | 211        |
| 2. Les paramètres de la distribution $(x_i, p_i)$ .....         | 215        |
| 3. Les lois de probabilités des variables aléatoires .....      | 219        |
| 4. Variables aléatoires continues et lois de probabilités ..... | 226        |
| 5. La loi normale .....                                         | 229        |



|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 6. La loi normale réduite .....                                     | 230        |
| 7. Théorème central limite .....                                    | 234        |
| 8. Inégalité de Markov et de Bienaymé-Tchebychev .....              | 235        |
| EXERCICES.....                                                      | 238        |
| Chapitre 4. Convergence et approximation .....                      | 243        |
| 1. La convergence.....                                              | 243        |
| 2. Les approximations .....                                         | 245        |
| Exercices .....                                                     | 248        |
| Chapitre 5. L'échantillonnage.....                                  | 250        |
| 1. Les techniques d'échantillonnage .....                           | 250        |
| 2. Les sondages aléatoires.....                                     | 251        |
| 3. Le questionnaire.....                                            | 256        |
| 4. Exploitation des données du questionnaire.....                   | 256        |
| Exercices .....                                                     | 257        |
| Chapitre 6. L'estimation statistique .....                          | 259        |
| 1. L'estimation ponctuelle.....                                     | 259        |
| 2. Estimation par intervalle de confiance.....                      | 260        |
| Exercices .....                                                     | 268        |
| Chapitre 7. Les tests statistiques d'hypothèses .....               | 269        |
| 1. Test de conformité d'une proportion (ou fréquence) .....         | 270        |
| 2. Test de conformité d'une moyenne .....                           | 271        |
| 3. Test de comparaison de deux proportions relatif à $p_1 - p_2$ .. | 272        |
| 4. Test de comparaison de deux moyennes (Test de Student) ..        | 274        |
| 5. Les autres types de tests de comparaison .....                   | 276        |
| Exercices .....                                                     | 277        |
| <b>Deuxième Partie corrigés des exercices .....</b>                 | <b>284</b> |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Chapitre 1. Analyse combinatoire : les dénombrements.....                     | 284        |
| Chapitre 2. Le calcul des probabilités.....                                   | 286        |
| Chapitre 3. Variables aléatoires, paramètres et lois de probabilités<br>..... | 288        |
| Chapitre 4. Convergence et approximation .....                                | 296        |
| Chapitre 5. L'échantillonnage.....                                            | 299        |
| Chapitre 6. L'estimation statistique .....                                    | 305        |
| Chapitre 7. Les tests statistiques d'hypothèses .....                         | 307        |
| <b>ANNEXES .....</b>                                                          | <b>317</b> |
| <b>Références bibliographiques.....</b>                                       | <b>330</b> |
| <b>Lexique Français/Arabe .....</b>                                           | <b>331</b> |