

Année universitaire 2024/2025

2ème année de Master - Parcours Ingénierie Statistique Financière

Crédits ECTS : 60

LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

Le parcours ISF offre aux étudiants une formation solide leur permettant une insertion professionnelle rapide dans les métiers de l'industrie des services. Former les étudiants aux instruments et aux raisonnements financiers, à la modélisation et aux statistiques, ainsi qu'au contexte réglementaire national, européen et international pour les banques, les assurances, et les sociétés de gestion.

- Une bonne maîtrise des méthodes quantitatives, de la modélisation mathématiques et statistique et de l'outil informatique.
- Capables d'analyser un problème, de proposer et conduire à son terme une solution, en prenant en charge le traitement numérique et informatique.
- Formés aux techniques spécifiques de l'industrie des services (études économiques, marketing, gestion de la production, contrôle de la qualité, finance, assurance, etc.).
- Acquisition d'une culture financière nécessaire à l'obtention de certaines certifications professionnelles (CFA, FCA etc...)

PRÉ-REQUIS OBLIGATOIRES

- Titulaire d'un Master 1 de mathématiques appliquées ou équivalent du domaine "science".
- Issus d'une Grande Ecole avec de bonnes bases en statistique et finance (pour la voie finance).
- Etudiants issus d'École d'ingénieur.
- Avoir des connaissances suffisantes en statistique/finance.
- Bonne maîtrise du calcul actuariel.
- Les bases des principaux modèles d'évaluations des produits dérivés.

POURSUITE D'ÉTUDES

Les métiers ciblés par cette formation sont :

Chargé d'études statistiques, ingénieur statistique, chargé d'études marketing, consultant scoring, analyste financier, ingénieur financier, contrôleur des risques financiers, 'quant', trader, structureur, auditeur, ingénieur en modélisation financière, gérant de portefeuille, gestion actif/passif, ingénieur actuariaire, etc...

PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 1
 - Pré-rentree
 - Analyses factorielles
 - Modèles linéaires
 - Calculs stochastiques
 - Bloc Fondamental S1
 - Trouver son poste sur le marché
 - Machine learning en Python

- Méthodes pour la régression et la classification
- Anglais de la communication I
- Modèles stochastiques en finance
- Méthodes actuarielles pour l'assurance
- Langage SQL
- Visualisation des données avec R
- Culture financière et de l'assurance I
- Anglais
- Bloc Complémentaire "voie Finance" S1
 - Introduction à l'assurance
 - Calculs stochastiques
 - Gestion des risques et construction de portefeuille
 - Modèles de taux d'intérêt
 - Initiation à VBA pour Excel
 - Pratique de Bloomberg
 - Gestion Actif-Actif & Modélisation ALM (dans le cadre de la Solvabilité 2)
- Bloc Complémentaire "voie Sciences des données" S1
 - Introduction à C++
 - Apprentissage statistique
 - Estimation non paramétrique
 - Reinforcement learning
 - Présentation juridique et technique des principales branches de l'assurance IARD
- Semestre 2
 - Bloc Fondamental S2
 - Anglais de la communication II
 - Communication
 - Culture financière et de l'assurance II
 - Data project
 - Deep learning avec Python
 - Natural Language Processing (NLP)
 - Bloc Complémentaire "voie Finance" S2
 - Calibration de Modèles
 - Gestion globale des risques : VAR
 - Méthodes numériques en finance
 - Risque de crédit
 - Activités de marché d'une banque d'investissement
 - Bloc Optionnel "voie Finance" S2
 - Introduction à l'apprentissage supervisé
 - Introduction à C++
 - Apprentissage non supervisé - Clustering
 - Machine learning - Théorie et algorithmes
 - Enjeux et modélisation des risques climatiques
 - Gestion de données massives avec Hadoop et Spark
 - Machine learning avancé en pratique
 - Data quality en finance
 - Reinforcement learning
 - Bloc Complémentaire "voie Sciences des données" S2
 - Apprentissage non supervisé - Clustering
 - Enjeux et modélisation des risques climatiques
 - Gestion de données massives avec Hadoop et Spark
 - Machine learning avancé en pratique
 - Machine learning - Théorie et algorithmes
 - Cybersécurité
 - Bloc Optionnel "voie Sciences des données" S2
 - Introduction à l'apprentissage supervisé
 - Data quality en finance
 - Calibration de Modèles

- Méthodes numériques en finance
- Risque de crédit
- Activités de marché d'une banque d'investissement
- Initiation à VBA pour Excel
- Pratique de Bloomberg
- Gestion Actif-Actif & Modélisation ALM (dans le cadre de la Solvabilité 2)
- Bloc Mémoire
 - Mémoire

DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

Activités de marché d'une banque d'investissement

ECTS : 1

Analyses factorielles

ECTS : 0

Anglais

ECTS : 1

Description du contenu de l'enseignement :

Le but de cet enseignement est d'acquérir les outils nécessaires à :

- la recherche d'emploi et l'adaptation dans une entreprise (CV, lettre de motivation, entretien d'embauche, etc.) ;
- la prise de parole en public (présentations, réunions, etc.) ;
- l'échange dans le domaine professionnel et dans des contextes plus informels.

Ces outils sont à la fois méthodologiques (capacité de communication) et linguistiques (lexique spécifique au domaine d'étude des étudiants)

Les compétences travaillées sont :

- la compréhension écrite ;
- la compréhension orale ;
- l'expression écrite ;
- l'expression orale.

Compétence à acquérir :

Donner les outils linguistiques nécessaires à l'insertion professionnelle dans un contexte de plus en plus international.
Maîtrise des outils linguistiques.

Mode de contrôle des connaissances :

CC + Examen

Anglais de la communication I

ECTS : 1

Anglais de la communication II

ECTS : 1

Apprentissage non supervisé - Clustering

ECTS : 2

Apprentissage statistique

ECTS : 3

Description du contenu de l'enseignement :

- Introduction à l'apprentissage statistique ?
- Fonctions de perte et risque en apprentissage statistique supervisé.
- Inégalités de concentration (inégalité de Hoeffding et inégalité de Bernstein).
- Propriété du minimiseur du risque empirique sur une classe de cardinal fini et extension au cas infini (epsilon-recouvrement et VC-dimension).

Compétence à acquérir :

L'objectif du cours est d'acquérir des notions théoriques d'apprentissage statistique.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen final.

Calculs stochastiques

ECTS : 0

Calculs stochastiques

ECTS : 3

Calibration de Modèles

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Dans ce cours, on restera volontairement sur des hypothèses et des modèles simples, dans le but que les étudiants comprennent le raisonnement amenant à la construction d'une procédure de calibration de modèle.

Plus précisément, l'objectif du cours est de donner aux étudiants les compétences suivantes :

- Rappels sur le modèle de Black-Scholes, la formule de Black-Scholes et la volatilité implicite.
- Estimation de la volatilité implicite, smiles de volatilités et quelques méthodes de couverture associées.
- Modèle à volatilité locale.
- La formule de Dupire, sa mise en oeuvre en pratique
- Quelques notions de problème inverses mal posés et technique de régularisation
- Calibration de modèle sur anticipations économiques (exemples détaillés de calibration de courbes de taux d'intérêt)

Compétence à acquérir :

Introduction aux méthodes simples de calibration de modèle.

Confrontation aux données réelles et à la mise en oeuvre de la calibration de modèle

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

R. Cont and P. Tankov, Retrieving Lévy processes from option prices: Regularization of an ill-posed inverse problem, SIAM Journal on Control and Optimization, 45 (2006), pp. 1–25. S. Crépey, Calibration of the local volatility in a trinomial tree using Tikhonov regularization, Inverse Problems, 19 (2003), pp. 91–127 B. Dupire, Pricing with a smile, RISK, 7 (1994), pp. 18–20. N. El Karoui, Couverture des risques dans les marchés financiers. Lecture notes for master 'Probability and Finance', Paris VI university

Communication

ECTS : 1

Culture financière et de l'assurance II

ECTS : 1

Culture financière et de l'assurance I

ECTS : 1

Cybersécurité

ECTS : 3

Data project

ECTS : 3

Description du contenu de l'enseignement :

Une entreprise soumet une problématique accompagnée d'un jeu de données. Les étudiants doivent en équipe apporter la meilleure solution (Projet sous Python) au problème posé. Ce défi est une mise en concurrence des équipes qui sont évaluées suivant un score prédéfini en amont - calculé sur un jeu de données test non communiqué aux étudiants. Cette année le Data challenge porte sur des données financières proposées par Natixis.

Compétence à acquérir :

Ce challenge permettra aux étudiants de travailler en équipe, de se confronter à une problématique véritable et actuelle sur un jeu de données brutes, et de mettre en pratique toutes les connaissances acquises dans les différents modules de la formation.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet

Data quality en finance

ECTS : 2

Deep learning avec Python

ECTS : 1

Enjeux et modélisation des risques climatiques

ECTS : 1

Estimation non paramétrique

ECTS : 1.5

Description du contenu de l'enseignement :

- Estimation à noyau et par projection.
- Choix des paramètres de lissage : validation croisée, sélection de modèle.
- Estimation de la densité d'une variable aléatoire réelle.
- Estimation de la fonction de régression.
- Données censurées.
- Régression pour données fonctionnelles.
- Agrégation d'estimateurs.

Compétence à acquérir :

Avoir des notions de base et avancées sur les aspects théoriques et pratiques de la statistique non-paramétrique.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen.

Gestion Actif-Actif & Modélisation ALM (dans le cadre de la Solvabilité 2)

ECTS : 1

Gestion de données massives avec Hadoop et Spark

ECTS : 1

Gestion des risques et construction de portefeuille

ECTS : 3

Description du contenu de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de faire découvrir ce qu'est un portefeuille d'actifs ainsi que les méthodes de couverture du risque lié à ce portefeuille.

Rappels du cadre classique: En fonction du temps: introduction à l'allocation tactique à travers l'analyse et les indicateurs techniques

- Critère moyenne-variance
- Markowitz
- CAPM / MEDAF
- Indices, portefeuilles optimaux, beta, arbitrage, APT
- Valuation de produits dérivés et probabilité risque neutre
- Trading de volatilité (si le temps permet: volatilité locale et implicite calibration, formule de Dupire)
- Assurance du portefeuille: stop-loss, options, CPPI, Constant Mix- Constant Rebalanced Portfolio

Compétence à acquérir :

Maîtriser les méthodes de couverture du risque lié à un portefeuille d'actifs à travers des exemples.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

[site de Gabriel Turinici](#)

la [page du cours](#)

Gestion globale des risques : VAR

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Introduction. Modèles dynamiques pour les prix d'actifs financiers. Agrégation des risques, normalité, asymétrie, queues de distributions épaisses. La valeur risquée. Définition et méthodologies de calcul de la VaR (historiques, Monte Carlo, analytiques). Présentation de RiskMetrics de J.P. Morgan. Données, méthodologie, interprétations. Application. La cartographie de RiskMetrics, risque sur les instruments financiers comptants et produits dérivés. Estimation des matrices de variances-covariances, volatilités et corrélations.

Compétence à acquérir :

Analyse des modèles mathématiques du risque de marché, étude des méthodes de gestion globales du risque de marché lorsque les sources d'incertitude sont multiples.

Bibliographie, lectures recommandées :

- Jorion Philippe Value at Risk McGraw-Hill, 2006 - Longestae, J More, L Introduction to riskmetrics Morgan Guaranty trust Company, 1995 - Hull J, Risk management and Financial - Institutions 5th editions Pearson, 2018 - Hull J, Options, futures and other derivatives Prentice-Hall Pearson Education, 2017 - Portait R, Poncet P Finance de Marché Dalloz , 2014

Initiation à VBA pour Excel

ECTS : 1

Description du contenu de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de fournir les bases de la programmation en VBA et Excel.

- Procédures et fonctions
- Boucles - Instructions conditionnelles
- Variables et types de données
- Boîtes de dialogue

- Gestion des erreurs
- Objet
- Formulaire

Compétence à acquérir :

Maîtrise des compétences de bases de Excel et VBA.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Introduction à C++

ECTS : 2

Introduction à l'apprentissage supervisé

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

- 1- Analyse factorielle discriminante
- 2- Analyse discriminante linéaire et quadratique
- 3- Classification bayésienne à l'aide de modèles de mélange
- 4- Classifieur bayésien et classifieur bayésien naïf
- 5- Sélection de modèles de mélange parcimonieux
- 6- Arbres de décision
- 7- Forêts aléatoires

L'ensemble de ces méthodes enseignées est illustré par des démonstrations du logiciel R sur des jeux de données réel (principalement Analyse Discriminante linéaire et quadratique, Classification bayésienne gaussienne, Classifieur bayésien naïf, Forêts aléatoires).

Compétence à acquérir :

Ce cours présente les méthodes élémentaires d'apprentissage supervisé suivantes : analyse factorielle discriminante, classification bayésienne à l'aide de modèles de mélange, arbres de décision et forêts aléatoires. Les propriétés théoriques et différentes formulations de ces méthodes sont présentées. Leurs mises en oeuvre, ainsi que celles de leurs variantes, sont illustrées à l'aide de traitements de données effectués avec le logiciel R. L'objectif de ce cours est l'acquisition de la maîtrise de ces méthodes élémentaires d'apprentissage supervisé.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

- Benzecri, J.-P. (1980) Pratique de l'analyse des données. Dunod. Paris.
- Bouveyron, C., Celeux, G., Murphy, T., & Raftery, A. (2019) Model-Based Clustering and Classification for Data Science: With Applications in R, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, Cambridge: Cambridge University Press.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R., and Stone, C.J. (1984). Classification and Regression Trees, Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, Pacific California.
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009) The Elements of Statistical Learning : Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition, Springer Series in Statistics.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., Taylor, J., (2023) An Introduction to Statistical Learning: With Applications in Python, Springer International Publishing.
- Lebart, L., Piron, M., Morineau, A. (2006) (4ème édition, refondue) Statistique Exploratoire Multidimensionnelle, 480 pages, Dunod.
- Saporta, G. (2006), Probabilités, Analyse des données et Statistique, 656 pages, Technip.

Introduction à l'assurance

ECTS : 1

Description du contenu de l'enseignement :

- Produits et techniques d'assurance (le mécanisme, le marché...)
- La demande d'assurance : le comportement face au risque, le contrat optimal et l'assureur face à l'asymétrie d'information

Compétence à acquérir :

- Comprendre le fonctionnement du marché de l'assurance.
- Déterminer le contrat optimal en assurance en situation de risque.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen écrit

Bibliographie, lectures recommandées :

Bien, F. et Lanzi, T. (2015), *Microéconomie Risque, finance, assurance*, Pearson, France.

Direr, A. (2020), *Economie de l'assurance*, Economica.

Dubois, D., Féderlé, A. et Ranaivozanany, V. (2021); *Appliquer la data science à l'assurance*, L'ARGUS EDITIONS.

Eeckhoudt, L., Gollier, C. and Schlesinger, H. (2011), *Economic and Financial Decisions under Risk*, Princeton: Princeton University Press.

Shahidi N. (2014), "Moral hazard and optimal contract with a continuum effort", *Economics Bulletin*, Vol. 34 No. 3, pp. 1350-1360, selected by The SCOR Global Risk Center.

Trainar, P. et Thourot, P. (2017) *Gestion de l'entreprise d'assurance*, Dunod

Langage SQL

ECTS : 1

Description du contenu de l'enseignement :

Première partie : présentation de l'algèbre relationnelle. Relations, attributs, clés primaires, opérations de projection, sélection, produit cartésien et jointures. Division.

Deuxième partie : présentation du langage SQL et utilisation de l'interface web Programiz. Création et suppression de tables, création et mise à jour des n-uplets dans les tables. Projection, sélection, produit cartésien et jointure. Requêtes imbriquées, comptes, moyennes, sommes, min, max. Clés primaires et clés étrangères, relations hiérarchiques entre les tables, contraintes d'intégrité.

Compétence à acquérir :

Apprentissage des requêtes SQL pour l'exploitation des bases de données relationnelles.

Mode de contrôle des connaissances :

TP noté

Machine learning - Théorie et algorithmes

ECTS : 2

Machine learning avancé en pratique

ECTS : 2

Machine learning en Python

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

- Structure numérique en python
- dataframe pandas

- SVM
- Méthode d'ensemble : random forest et gradient boosting tree

Compétence à acquérir :

- Maîtriser les structures numériques python (library numpy)
- Maîtriser la manipulation de dataframe python (library pandas)
- Utiliser des modèles de machine learning classique sous sklearn tel que la random forest, les SVM ainsi que le gradient boosting tree
- Les compétences acquises sont utilisées dans le cadre d'un projet
- Maîtrise de Python.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet

Modèles de taux d'intérêt

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Découvrir et se familiariser avec l'utilisation des modèles de taux d'intérêt à temps continu.

- Quelques outils de calcul stochastique : rappels. Formule d'Ito Changement de probabilité : définition, théorème de Girsanov, formule pour les espérances conditionnelles.
- Généralités sur les taux d'intérêt : Définitions : zéro-coupon, taux forward instantanés, taux court (ou taux spot) Modèles simples du taux court au travers de deux exemples : modèles de Vasicek et de CIR (Cox, Ingersoll et Ross). Modèles de Heath, Jarrow, Morton (HJM), probabilité risque-neutre, dynamique des zéro-coupon.
- Produits de taux classiques. Les sous-jacents : taux forward, swap, taux swap. Changement de numéraire et probabilités forward. Produits vanilles, les caplets et les swaptions. Formule de Black, phénomènes associés à la courbe de la volatilités.
- Modèle LGM à un facteur.
- Modèle BGM (Brace, Gatarek et Musiela) / Jamishidian.
- Modèles à volatilité stochastique : Définition. Modèle SABR. Modèle d'Heston

Compétence à acquérir :

Ce cours est consacré aux modèles de taux d'intérêt à temps continu. Au travers de nombreux exemples, on décrit leur utilisation pour évaluer les produits dérivés sur taux d'intérêt.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen final

Modèles linéaires

ECTS : 0

Modèles stochastiques en finance

ECTS : 2

Mémoire

ECTS : 12

Méthodes actuarielles pour l'assurance

ECTS : 2

Méthodes numériques en finance

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours est composé de 5 cours magistraux et de 5 TD dans lesquels nous appliquerons les connaissances vues en cours. Nous verrons les 3 méthodes de résolution numérique utilisés en finance pour pricer les options : Arbres binomiaux,

Différence finie pour EDP et Monte Carlo.

Plan

- Cours 1 : Généralités sur les méthodes numériques + arbres
- Cours 2 : Arbres et options américaines
- Cours 3 et 4 : EDP
- Cours 5 : Monte Carlo

Compétence à acquérir :

L'objectif de ce cours est d'appliquer les connaissances théoriques acquises lors des cours magistraux de calcul stochastique, de résolution d'EDP et de Monte Carlo. Dans ce cours nous verrons l'application pratique de calcul de prix et de grecques pour des options vanilles ou exotiques. Nous étudierons 3 méthodes numériques : arbre binomiaux, résolution des EDP par différence finie et Monte Carlo. Nous utiliserons XL pour manipuler les méthodes numériques et les comprendre.

A la fin de ce cours, les élèves sauront comment pricer des options américaines, barrières et exotiques.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Méthodes pour la régression et la classification

ECTS : 3

Natural Language Processing (NLP)

ECTS : 1

Pratique de Bloomberg

ECTS : .5

Présentation juridique et technique des principales branches de l'assurance IARD

ECTS : 1

Reinforcement learning

ECTS : 2

Risque de crédit

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Le risque de crédit : généralités ; obligation du secteur privé, sécurités et covenants lors d'une émission, taux de recouvrement en cas de défaillance, spread de crédit, emprunt à haut rendement ; prêt syndiqué, dette souveraine ; défauts croisés et corrélation de défaut, actif contingent avec risque de défaut. Rating de créance et agences de rating. Dérivés de crédit. Modèles d'évaluation du risque de crédit : modèles structurels (modèles de Merton, Black & Cox, Longstaff & Schwartz), modèles réduits (modèles à intensité, modèles à migration, modèle de Jarrow & Turnbull, Duffie & Singleton), modèles mixtes ; gestion de portefeuille et techniques de mesure du risque de crédit (exemples : Credit Metrics de J.P. Morgan, Credit Monitor de KMV).

Compétence à acquérir :

Présentation des principaux concepts et principales méthodes utilisés pour la définition, la mesure, et la gestion du risque de crédit.

Connaitre le risque de crédit ainsi les modèles et les outils utilisés dans l'évaluation de ce risque.

Trouver son poste sur le marché

ECTS : .5

Description du contenu de l'enseignement :

- Présentation générale du champ des possibles en termes d'acteurs sur le marché et en terme de type de métier à la sortie du Master 2 ISF.
- Approche par les compétences et qualités demandées des différents métiers tout en proposant les questions à se poser par rapport à son approche personnelle.
- Présentation et restitution d'outils de personnalité / gestion de carrière (possibilité de faire l'autoévaluation par internet entre les deux cours de 2 fois trois heures) pour valider les éventuels choix qui se dessinent aux étudiants.
- Présentation de CV et lettre de motivation et ainsi que la préparation et l'exécution des entretiens d'embauche (écueils à éviter et questions à poser, exemples d'entretien etc...).

Compétence à acquérir :

Présenter les principales options possibles de métiers sur le marché en sortant du master ISF et présenter un certain nombre d'outils nécessaires à la construction d'un projet de carrière personnel et identifié.

Avoir connaissance des métiers accessibles sur le marché à la suite de ce Master et être capable de construire un projet de carrière personnel.

Visualisation des données avec R

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

La visualisation des données consiste en l'utilisation d'un système de représentation visuel pour interagir avec les capacités d'un humain à percevoir et à créer des liens afin d'analyser des données brutes. Les techniques de visualisation permettent de faire « parler » des données complexes en explorant les liens entre variables, différents schémas d'organisation des données ou encore en identifiant des points atypiques. Elles sont donc complémentaires à des démarches de fouilles des données et sont généralement un préalable à la mise en place de modèles statistiques qui permettront de valider certains phénomènes ou certaines hypothèses.

Ce cours vise à présenter ce qu'est la visualisation des données et son intérêt pour explorer le contenu d'un jeu de données ou les sorties des modèles statistiques. Il présente les différentes techniques adaptées pour communiquer sur un projet en entreprise selon la nature des données et aborde au travers de différents exemples et travaux pratiques sous R comment correctement présenter une information.

Compétence à acquérir :

Les objectifs de ce cours sont les suivants :

- Définir la data visualization, ses principes et de ses buts ;
- Savoir choisir les méthodes graphiques adaptées pour répondre à une question à partir des données ;
- Connaître les différentes méthodes de représentation des données selon leur nature (données, continues, discrètes, cartes, séries temporelles, ...).
- Savoir visualiser les sorties de modèles.
- Utiliser R et R Markdown pour présenter et développer des visuels créés avec ggplot2.
- Présenter un dashboard de visualisation des données avec R Markdown ou Shiny.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet (80 %) et QCM (20 %)

Bibliographie, lectures recommandées :

Healy, K. (2018). Data Visualization : A Practical Introduction. 1st edition. Princeton, NJ : Princeton University Press.

Kabacoff, R. (2020). Data Visualization with R. Wesleyan University. Quantitative Analysis Center.

Munzner, T. (2014). Visualization Analysis and Design. 1st edition. Boca Raton : A K Peters/CRC Press.

Sievert, C. (2019). Interactive Web-Based Data Visualization with r, Plotly, and Shiny. The r Series. Chapman ; Hall/CRC Press.

Wilke, C.O. (2019). Fundamentals of Data Visualization. O'Reilly.

