

Master I APE – MECI

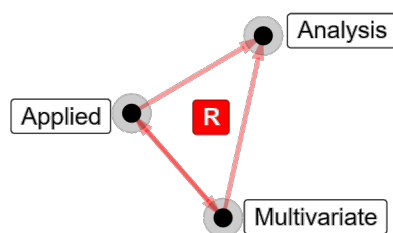
U.F.R. GHES

UNIVERSITÉ PARIS CITE

ME3AY020 – AMA-R

SYLLABUS

ANALYSE MULTIVARIÉE APPLIQUÉE



Année universitaire

2022-2023

Thibaud DEGUILHEM

Maître de Conférences en Économie

Département d'Économie

LADYSS UMR 7533

www.tdeguilhem.com

thibaud.deguilhem@u-paris.fr

Présentation et objectifs pédagogiques

Destiné aux étudiant-e-s de première année du Master MECL (PISE et CCESE option Data), cet enseignement offre un large panorama sur l'analyse multivariée appliquée. Utilisant Rstudio, certains packages spécifiques et l'environnement `Markdown`, ce cours propose aux étudiant-e-s de devenir autonomes dans l'utilisation des techniques usuelles d'exploration, de prédiction et d'identification des relations causales en sciences sociales (socio-économie en particulier) en leur permettant de développer différentes compétences : (i.) connaître les outils d'analyse multivariée afin d'apporter des réponses quantitatives à différents types de questions du même ordre, (ii.) maîtriser les packages essentiels pour conduire une analyse multivariée à partir d'un jeu de données, (iii.) interpréter et mettre en valeur des résultats d'analyse multivariée à l'aide de visualisations adaptées et de tableaux pertinents, (iv.) travailler en équipe sur un projet commun. Avoir suivi le cours d'ASA-R au premier semestre est un prérequis pour ce cours.

Organisation et déroulement

Trois parties structurent ce cours abordant les trois approches essentielles de l'analyse multivariée appliquée : (i.) l'exploration de jeux de données par la réduction des dimensions et les algorithmes non-supervisés de regroupement (*data mining*), (ii.) la prédiction par l'utilisation de modèles et d'algorithmes supervisés de classification ou l'extension du modèle linéaire (*predictive modelling*) et (iii.) l'identification de relations causales à partir de données non-expérimentales à travers les méthodes d'évaluation d'impact (*causal modelling*). Les étudiant-e-s retrouveront toutes les informations en ligne sur la page dédiée au cours : www.tdeguilhem.com/ama-r-m1.html. A la fin du semestre, 6 heures de lab seront organisées afin de travailler en groupe sur le mémoire et d'interagir sur les problèmes de R code, de stratégie empirique ou de compilation. Ce cours technique est en relation directe avec le travail de mémoire et, à la fin du semestre, les étudiant-e-s seront évalués pour ce cours sur leurs parties méthodologique et de résultats présentées dans leur mémoire. A partir d'applications pédagogiques, les étudiant-e-s seront accompagné-e-s dans leur pratique de Rstudio tout au long du semestre par la mise à disposition de jeux de données, une communauté (AMA-R sur le forum DATALAB) dédiée aux questions de méthodes, de "syntaxe" (script), de "tronçons" (chunk) ou de "tricotage" (knitr/compilation) (<https://helpstudents.tribe.so/group/ama-r>) et leur apprentissage sera guidé séance après séance. Les étudiant-e-s peuvent enfin prendre rendez-vous durant les heures de permanence (mardi 9h-10h30).

Plan du cours

Introduction à l'analyse multivariée appliquée (AMA)

(30-01) *Questionnements multivariés, définitions, données et applications*

☆ Approches et stratégies multivariées

* Lectures conseillées : (Denis, 2015) → Chap. 1 (introduction : 33-46); (Zelterman, 2015) → Chap. 1 (introduction 1-13)

Partie I **Approches exploratoires et algorithmes "non-supervisés" : regrouper et "partitionner"**

→ *Quelle relation entre urbanisation et criminalité ?* ([link](#))

(6-02) *Réduction des dimensions et analyse factorielle : Analyse en Composantes Principales (ACP)*

→ [US Arrests dataset](#)

☆ Étapes méthodologiques de l'ACP, optimisation et validation avec le package `factoextra`

* Lecture conseillée : (Husson et al., 2017) → Chap. 1 (1-44)

* Référence complémentaire : (Denis, 2020) → Chap. 10

(13-02) *Clustering et méthodes de regroupement algorithmiques non-supervisées : K-means (KM)*
 → [US Arrests dataset](#)

- ☆ Similarités entre obs. et distances, optimisation, nombre de clusters et validation
 - * Lecture conseillée : ([Husson et al., 2017](#)) → Chap. 4 (169–204)
 - * Référence complémentaire : ([Denis, 2020](#)) → Chap. 12

(20-02) *Typologies et algorithmes hiérarchiques : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)*
 → [US Arrests dataset](#)

- ☆ Méthodes agglomératives et "liaisons" entre clusters, complémentarité CAH et ACP
 - * Lecture conseillée : ([Husson et al., 2017](#)) → Chap. 4 (169–204)
 - * Référence complémentaire : ([Denis, 2020](#)) → Chap. 12

Partie II **Approches prédictives et modèles "supervisés" : estimer et prédire**

→ (i.) *Discrimination et accès au crédit immobilier* ([link](#))

(6/13-03) *Modèle linéaire généralisé : PLM, LOGIT et PROBIT*
 → [Boston HMDA - Stock & Watson \(2015\) dataset](#)

- ☆ Maximum vraisemblance, modèles Probit et Logit, effets marginaux, qualité de l'ajustement et tests avec le package `margins`
 - * Lecture conseillée : ([Stock and Watson, 2014](#)) → Chap. 7 (235–258)
 - * Référence complémentaire : ([Denis, 2020](#)) → Chap. 8

Partie III **Introduction aux approches causales sur données non-expérimentales : identifier et évaluer**

→ *Diminuer la taille des classes pour améliorer les performances des élèves?* ([link](#))

(20/27-03) *Stratégie d'identification par appariement : Propensity Score Matching (PSM)*
 → [STAR dataset](#)

- ☆ Problème du biais de sélection, "Traitement" et "contrôle", spécification du modèle, algorithmes d'appariement et tests avec le package `MatchIt`
 - * Lecture conseillée : ([Li, 2013](#))

(3-04) Séance de "LAB" : travail en groupe et Q&R

(17-04) Présentation en groupe : partie méthodologique et résultats (mémoire)

(12-05) Rendu du mémoire (parties : méthodologie, données et résultats)

(16-05) Présentation publique : parties méthodologique, données et résultats (mémoire)

Modalités d'évaluation

Les étudiant-e-s sont évalué-e-s individuellement et collectivement en 100% CC.

- ☆ **Assiduité et implication : 10%**
 - * Présence durant le semestre
 - * Participation
- ☆ **Présentation initiale (draft) : 25%** → organisée le 17-04
- ☆ **Rendu mémoire (draft) : 40%** → le 12-05
- ☆ **Présentation publique finale : 25%** → organisé le 17-05

Contrat pédagogique et règles de fonctionnement du semestre

- ☆ **Les absences durant les séances ou les sessions d'évaluation**
 - * La présence est obligatoire tout au long du semestre. Toute absence devra être dûment justifiée dans les plus brefs délais et dans une limite de 3 jours. Un-e étudiant-e qui présentera une absence injustifiée obtiendra 0 pour la composante "assiduité" de son évaluation.
 - * Les justificatifs fournis devront correspondre explicitement aux cas définis par l'Université Paris Cité et sous réserve d'acceptation de la part de l'enseignant. Aucun justificatif en dehors des cas listés par l'administration ne pourra être accepté.
- ☆ **Règles concernant les différentes évaluations tout au long du semestre**
 - * Les problèmes matériels devront être signalés le plus tôt possible, et resteront à l'appréciation de l'enseignant. Aucune exemption de dernière minute ne sera accordée en dehors des cas listés par l'UFR GHES. Toute demande d'exemption devra être précisément justifiée et son acceptation restera à l'appréciation de l'enseignant.
 - * A la suite d'une évaluation, aucune réponse ne vous sera fournie par mail. Une correction sera disponible en ligne au maximum dans les deux semaines suivant l'évaluation (à l'exception du "challenge").
 - * Le plagiat est formellement interdit et demeure soumis à la charte "anti-plagiat" de l'Université Paris Cité, disponible <https://lsh.u-paris.fr/charte-anti-plagiat>. Une procédure disciplinaire sera engagée dès lors qu'un cas de plagiat sera constaté.
 - * Les évaluations individuelles devront être réalisées individuellement. Si un doute réel et sérieux se présente à propos de deux ou plusieurs étudiant-e-s, la note définitive pour chaque étudiant au test concerné sera de 0.
 - * Les différents rendus des fiches d'exercices réalisées individuellement devront se faire dans le strict respect des règles indiquées lors de la séance introductive : dépôt en ligne et au format html après compilation sous Markdown. En l'absence de respect de ces règles, le devoir rendu par un autre moyen et sous une autre forme ne sera pas corrigé et obtiendra la note de 0.
- ☆ **Les interactions avec l'enseignant**
 - * Vous êtes invité-e-s à poser toutes vos questions et à participer à la vie de la communauté "AMA-R"

sur le forum à votre disposition. Vous pourrez alors poser toutes vos questions : cours, exercices, nouvelles ressources...

- * Vous pouvez également prendre rendez-vous afin que nous puissions échanger durant les heures de permanence : mardi 9h-10h30.
- * Vous pouvez également m'adresser vos mails si nécessaire (thibaud.deguilhem@u-paris.fr), en respectant bien entendu les recommandations ci-dessous. Les réponses à vos questions par mail vous parviendront seulement durant les heures de permanence.

Informations pratiques

☆ Page dédiée, communauté AMA-R et ressources en ligne

- * Retrouvez toutes les informations et les ressources en ligne sur la page du cours : www.tdeguilhem.com/ama-r-m1.html
- * Participez à la communauté AMA-R sur le forum dédié : <https://helpstudents.tribe.so/group/ama-r>

☆ Types de séance et nombre d'heures affectées

- * Séances de cours (4h/séance)
 - du 30-01 au 27-03
- * Séances de LAB (6h/séance)
 - le 3-04

☆ Horaire et salle du cours

- * Les lundis
 - 10h-12h puis 13h-15h pour les séances de cours | 9h à 15h pour le lab
- * salle 377, bâtiment Olympe de Gouges campus PRG (localisation : [maps](#))

☆ Dates des évaluations

- * 17-04 : Présentation individuelle (15 minutes + 15 minutes d'échange)
- * 12-05 : rendu du mémoire en ligne : <https://forms.gle/SXWCTphs7DMKkouQ9>
- * 17-05 : Présentation publique (15 minutes de présentation + 15 minutes d'échange)

☆ Contact et permanence

- * mail : thibaud.deguilhem@u-paris.fr
- * Permanence le mardi de 9h à 10h30 (bureau 820, bâtiment Olympe de Gouges ou par mail)

Recommandations générales pour le bon déroulement du S2

Plagiat

Conformément à la charte anti-plagiat de l'Université Paris Cité (www.lsh.u-paris.fr/charte-anti-plagiat), le plagiat de ressources en ligne, d'ouvrages ou de travaux de camarades est formellement interdit et expose les étudiant-e-s à de lourdes sanctions. Une procédure disciplinaire sera engagée dès lors qu'un cas de plagiat sera constaté.

• Charte anti-plagiat de l'Université Paris Cité

Article 1 *Le plagiat consiste à emprunter l'oeuvre originale d'un autre en laissant croire qu'on en est l'auteur. La loi définit le plagiat comme une contrefaçon, laquelle est un délit en vertu du code de la propriété intellectuelle (article L335-2). Les délits de contrefaçons sont du ressort du droit et des tribunaux. Toute contrefaçon est un délit puni de 3 ans d'emprisonnement et de 300 000 euros d'amende.*

Article 2 *Toute reproduction, représentation ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une oeuvre de l'esprit est une violation des droits d'auteur. Sont considérées notamment comme oeuvres de l'esprit protégées dans la mesure où elles présentent un caractère original :*

- les écrits littéraires, artistiques et scientifiques (livres, brochures...);
- les conférences ou allocutions;
- les oeuvres dramatiques ou chorégraphiques, les compositions musicales ou oeuvres cinématographiques;
- les oeuvres de dessin, de peinture, d'architecture (plans, croquis...), de sculpture, de gravure ou de lithographie, les oeuvres graphiques ou photographiques, les illustrations et cartes géographiques;
- les logiciels.

Article 3 *Sont toutefois rendues possibles les citations, sous réserve d'indiquer clairement le nom de l'auteur et sa source, d'analyses et de courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, scientifique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, ou la reproduction d'extraits d'oeuvres.*

Article 4 *L'université mène régulièrement des campagnes de sensibilisation en direction de l'ensemble de ses étudiants pour éveiller leur attention sur les fautes déontologiques et éthiques liées au plagiat. Elle s'engage à rechercher les tentatives de plagiat par l'utilisation d'un logiciel dédié à sa détection.*

Article 5 *Les étudiants s'engagent à ne pas commettre de plagiat dans leurs travaux afin de produire un savoir original. Commettre un plagiat afin d'obtenir un diplôme ou un grade universitaire, que ce soit dans un document de recherche ou d'enseignement, sont des circonstances aggravantes.*

Article 6 *Les auteurs présumés d'actes de plagiats ou de manquements à la présente charte seront traduits devant la section usagers et sont passibles de sanctions disciplinaires. Les sanctions disciplinaires applicables aux usagers de l'université sont l'avertissement, le blâme et l'exclusion (définitive ou pas) de l'université, voire de tout établissement public d'enseignement supérieur. Par ailleurs, toute sanction prononcée dans le cas d'un plagiat commis à l'occasion d'une épreuve (examen terminal, contrôle continu, concours) entraîne la nullité de l'épreuve correspondante, voire la nullité du groupe d'épreuves ou de la session.*

Soins apportés aux travaux universitaires et aux échanges de mails

En Master il est fondamental de faire attention à l'orthographe et à la syntaxe dans les travaux rendus ou les échanges à l'université. Une orthographe négligée donne l'impression que l'étudiant-e a écrit à la "va-vite", sans y prêter une grande attention. Pour un-e enseignant-e, recevoir un travail ou un mail rempli de fautes est profondément agaçant. Au-delà de la mauvaise impression donnée, un texte à la syntaxe incorrecte ou avec trop de fautes peut être difficile à lire, confus et certaines phrases peuvent devenir rapidement incompréhensibles. A contrario, les travaux et courriels rédigés correctement donne une impression de sérieux, sont plus clairs et incitent plus facilement à l'échange, *a priori*. Enfin, transmettre un document clairement rédigé ou une demande précisément formulée c'est aussi démontrer que l'on sait organiser ses idées et structurer sa pensée!

La règle précédente s'applique aux devoirs en TD, aux réponses fournies lors d'un examen terminal comme aux mails envoyés à un-e enseignant-e ou à tout autre écrit réalisé dans le cadre universitaire et professionnel. Les qualités rédactionnelles élémentaires sont attendues des étudiant-e-s inscrit dans un établissement d'enseignement supérieur et de recherche d'excellence tel que l'Université Paris Cité. Les étudiant-e-s doivent impérativement maîtriser la forme des travaux et des messages qu'ils transmettent

dans un cadre professionnel sans négliger pour autant le contenu de ce qu'ils-elles écrivent. Il est donc vivement conseillé de relire le travail demandé ou le courriel rédigé avant de l'envoyer !

Certains étudiant-e-s ont parfois du mal à comprendre l'importance accordée à l'orthographe et à la syntaxe, rétorquant que les "enseignant-e-s ne sont pas des professeur-e-s de français" ! Prendre l'habitude de respecter ces règles simples et communes aux échanges et productions écrites est un préalable indispensable à la communication universitaire puis, plus tard, professionnelle.

- Sachez que la personne qui recevra votre dossier de candidature ou encore pour votre premier emploi après votre formation, lira attentivement votre lettre de motivation et ne sera pas non plus "professeur-e de français". Pourtant, une lettre, une présentation ou tout autre écrit transmis avec des fautes laissera une très mauvaise impression de vous et de la rigueur que vous pouvez mettre dans votre travail (et aussi un mauvais signal pour votre formation d'origine) !

Interactions avec un enseignant-e dans un cadre universitaire

- **Consulter régulièrement la boîte mail** : dans le cadre d'un cursus universitaire, les enseignant-e-s et l'administration attendent des étudiant-e-s qu'ils/elles lisent régulièrement leurs mails sur la boîte renseignée pour communiquer avec les différentes équipes pédagogiques. C'est le seul moyen à disposition des enseignant-e-s pour joindre les étudiant-e-s en dehors des moments de formation (cours, TD ou CMTD). Utiliser prioritairement votre adresse institutionnelle fournie lors de votre inscription à l'Université Paris Cité, `prenom.nom@etu.u-paris.fr`. Pour plus d'information sur cette adresse institutionnelle à utiliser en priorité, les étudiant-e-s peuvent suivre ce lien : <https://u-paris.fr/etudiantes-etudiants-a-universite-de-paris-vous-avez-un-message/>.
- **S'identifier clairement** : l'enseignant-e doit savoir à qui il/elle a affaire lorsqu'il/elle reçoit un courriel. Pour ce faire, les étudiant-e-s utiliseront en priorité l'adresse institutionnelle communiquée par l'université `prenom.nom@etu.u-paris.fr` ou, à défaut, une adresse personnelle permettant une identification claire. Les étudiant-e-s devront impérativement éviter l'utilisation d'une adresse "fantaisie" du type `joker01@hotmail.com` pouvant provoquer un tri automatique du message dans le dossier "spams" de la boîte de l'enseignant-e. Pour la même raison, il est impératif de communiquer son nom et son prénom en signature de mail¹.
- **Contextualiser le message** : les enseignant-e-s, qui sont aussi des chercheur-e-s, des responsables de formations etc, ont un emploi du temps très chargé et plusieurs dizaines de courriels leur parviennent chaque jour (différentes demandes dans différents contextes). Il est donc impératif de contextualiser le plus possible la demande sans présupposer de l'excellente mémoire de l'interlocuteur-ice. Cela tombe très bien, le champ "Objet" du mail est fait pour ça.
 - Vous ne devrez en aucun cas envoyer un mail avec un objet vide ou peu descriptif tels que "question", "information" ou "examen". Par exemple, si vous êtes en M1 APE et désirez poser une question au sujet du dernier cours d' "ASA-R" organisé le 11-10-2021, vous mettrez : "[M1 APE] [ASA-R] Questions cours du 11/10/2021". Les "[]" ne sont pas obligatoires mais servent parfois à éviter un classement en spams. Autre exemple, si vous désirez vous excuser de votre absence lors de ce même cours et présenter un justificatif, vous indiquerez plutôt "[M1 APE] [ASA-R] Justification absence cours 11/10/2021".
 - Lorsque vous faites référence à un cours, un TD ou un CMTD en particulier, veillez à bien indiquer le maximum d'informations dans le corps du mail pour permettre à votre interlocuteur-ice de comprendre votre question (slide, date de la séance...).
- **Structurer la demande** : la règle "un mail = un objet" doit être scrupuleusement respectée. Rédiger un mail comprenant deux ou plusieurs informations est toujours une mauvaise idée pour formuler une demande claire et précise. Par ailleurs, il est nécessaire de structurer un mail en partant des éléments les plus généraux pour aller vers ceux qui sont les plus spécifiques. L'interlocuteur-ice doit comprendre dès le début du mail reçu de quoi il s'agit.
 - Par exemple, si vous devez justifier une absence par mail mais également rendre un devoir, il est conseillé d'organiser vos échanges de la façon suivante : "une justification d'absence" + "un rendu de TD" = deux

1. Vous consulterez ce lien : <http://faq.parisdescartes.fr/comment-parametrer-ma-signature-de-mail-universite-de-paris/> pour créer une signature de mail sur votre boîte `etu.u-paris`.

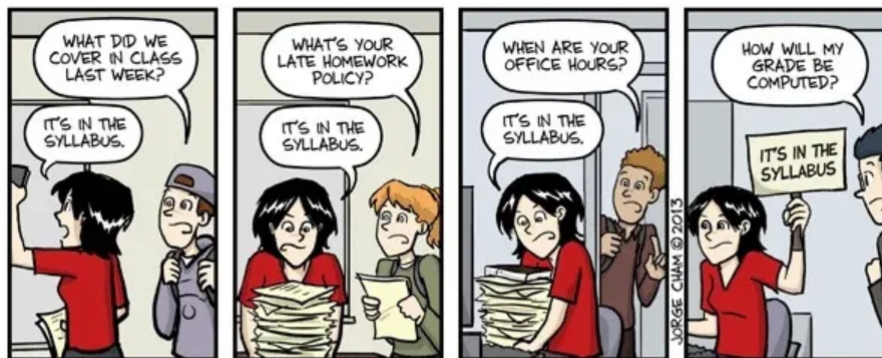
mails (avec donc deux objets différents bien entendu !). Dans le premier mail, vous ne transmettez pas votre justificatif sans aucune explication mais expliquerez précisément le moment de votre absence et indiquerez par exemple "veuillez bien trouver le justificatif ci-joint".

Rappels des conventions élémentaires

- Les règles de politesse des mails sont moins formelles que pour des courriers. Cependant, il est toujours préférable et appréciable de mettre les formes et de respecter un minimum de courtoisie en s'adressant à un-e enseignant-e dans le cadre d'un échange institutionnel.
 - Pensez à "bonjour", "cordialement", faites des phrases (majuscules, ponctuation adéquate), évitez le langage SMS et les raccourcis inappropriés dans un échange professionnel.
- **La tonalité du message** : le ton d'un courriel est très important afin qu'il soit bien reçu et traité par l'interlocuteur-ice. Les enseignant-e-s ne sont pas à votre disposition et n'ont aucune obligation de vous répondre. Obtenir une réponse par mail d'un-e enseignant-e n'est pas un droit, *a fortiori* dans la mesure où les mails peuvent se perdre dans le flux quotidien des demandes institutionnelles ou dans les spams. Ils-elles le font dans la mesure où ils-elles sont soucieux-se-s de votre compréhension et de votre réussite. Il faudra également éviter toutes les tournures familières tout à fait inadaptées à ce type d'interactions.
 - En leur demandant quelque chose, c'est un service que vous leur demandez et que les enseignant-e-s vous rendent volontairement. Il est donc nécessaire d'adopter un ton respectueux et courtois dans le cadre d'un échange de ce type.
- **Organisation et autonomie** : pour les raisons d'emploi du temps évoquées plus haut, il est impératif de toujours laisser un délai suffisant à l'interlocuteur-ice pour répondre. Si l'enseignant-e a bien lu, il-elle peut noter l'information mais sans nécessairement y donner suite immédiatement (il-elle a lu votre mail le soir ou le weekend, il-elle est débordé-e cette semaine etc). Sans aucune réponse au-delà d'un délai raisonnable (une semaine), les étudiant-e-s peuvent relancer l'enseignant-e, mais toujours poliment. Par ailleurs, les étudiant-e-s doivent s'organiser en amont, d'un rendu notamment, et prévoir les délais de réponse nécessaires en formulant leur demande par courriel. Il faut absolument éviter les mails de la veille pour le lendemain surtout à l'approche d'une évaluation. Un-e enseignant-e sera toujours profondément agacé-e par un mail avec "urgent" en objet alors qu'il est transmis la veille d'un examen.
 - Soyez prévoyant-e-s !
- **Bien évaluer la nécessité du mail** : les étudiant-e-s doivent être autonomes dans leur formation universitaire et être capable de chercher les informations nécessaires parmi les ressources fournies et déjà à leur disposition avant d'envoyer un mail à l'enseignant-e. Ce n'est pas parce que les étudiant-e-s ont la possibilité de contacter directement les enseignant-e-s qu'il est toujours pertinent de le faire. Les demandes doivent intervenir en raison de l'impossibilité à trouver l'information et non avant de l'avoir cherché (dans le syllabus, sur la page du cours en ligne, dans le forum etc).
 - Soyez autonomes et de bonne foi dans vos demandes !
- **S'assurer de la bonne compréhension** : l'étudiant-e qui envoie un requête pense trop souvent que son interlocuteur-ice a aussitôt compris le mail et peut immédiatement fournir une réponse. Pourtant, différentes raisons peuvent empêcher cette compréhension (en dehors des éléments déjà évoqués) :
 - Un-e enseignant-e peut ne pas comprendre votre demande lorsque celle-ci est peu explicite ou maladroitement formulée. Veuillez faire des phrases claires, concises et bien rédigées (*Section "Soigner le contenu d'un mail ou d'un travail universitaire"* ci-dessous).
- **Ne pas abuser des échanges de courriels** : il ne faut jamais abuser des mails et respecter les interlocuteur-ice-s en évitant d'engager un échange interminable par ce moyen. Le mail doit servir uniquement à faciliter l'interaction sur une question précise entre les enseignant-e-s et les étudiant-e-s. Si votre demande est plus complexe et que vous pensez qu'elle nécessitera un échange plus long et un temps de réflexion, il faudra alors convenir d'un rendez-vous avec l'enseignant-e. Cette demande de rendez-vous se fera par mail, évidemment !

Références

- Denis, D. J. (2015). *Applied Univariate, Bivariate, and Multivariate Statistics*. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Denis, D. J. (2020). *Univariate, Bivariate, and Multivariate Statistics Using R : Quantitative Tools for Data Analysis and Data Science*. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Husson, F., Le, S., and Pagès, J. (2017). *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R*. CRC Press, Boca Raton, 2nd edition.
- Li, M. (2013). Using the Propensity Score Method to Estimate Causal Effects : A Review and Practical Guide. *Organizational Research Methods*, 16(2) :188–226.
- Stock, J. H. and Watson, M. (2014). *Principes d'économétrie*. Pearson, Paris.
- Zelterman, D. (2015). *Applied Multivariate Statistics with R*. Statistics for Biology and Health. Springer International Publishing, Geneva.



IT'S IN THE SYLLABUS

This message brought to you by every instructor that ever lived.

WWW.PHDCOMICS.COM