

* UNIVERSITE DE FRIBOURG, SUISSE

* CENTRE DE DIDACTIQUE UNIVERSITAIRE

**NOUVELLE METHODE D'AUTO-APPRENTISSAGE
DU LANGAGE DE PROGRAMMATION R EN
UTILISANT LE NOTEBOOK JUPYTER:**

UN MANUEL INTERACTIF COMPLET

* Travail de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme en Enseignement Supérieur
et Technologie de l'Education

* Sous la direction de la Prof. Bernadette Charlier Pasquier

Rédina BERKACHY

Applied Statistics And Modelling Group, Département d'Informatique,
Faculté des Sciences Economiques et Sociales,

Juin 2017

Je déclare sur mon honneur que mon travail de fin d'étude est une œuvre personnelle, composée sans concours extérieur non autorisé.

Table des matières

Remerciements	ix
Résumé	xi
Introduction	1
1 Présentation du logiciel R et du Notebook Jupyter	3
1.1 Logiciel R et son apprentissage	3
1.1.1 Description du logiciel R	3
1.1.2 L'utilité du logiciel R et son apprentissage	4
1.2 Notebook Jupyter et son utilité pour l'apprentissage de R	4
1.2.1 Description du Notebook Jupyter	5
1.2.2 L'utilité de Jupyter	5
2 Différentes méthodes d'apprentissage du logiciel R	7
2.1 Méthode d'apprentissage adoptée actuellement	7
2.1.1 Cours d'apprentissage du logiciel sur Moodle	7
2.1.2 Avantages et inconvénients de la méthode actuellement utilisée	7
2.2 Nouvelle méthode d'apprentissage de R	8
2.2.1 Méthode d'auto-apprentissage de R : description	8
2.2.2 Avantages et inconvénients de cette nouvelle méthode	9
3 Contenu du cours et scénario pédagogique	11
3.1 Contenu du cours	11
3.2 Structure des leçons	12
3.3 Développement du scénario pédagogique	14
4 Implémentation du cours et présentation d'une leçon	25
4.1 Implémentation du cours <i>Introduction à R</i> dans le Notebook Jupyter	25
4.2 Leçon choisie du cours implémenté	27
5 Evaluations de l'apprentissage et de l'enseignement, feedbacks des étudiants	35
5.1 Evaluation de l'apprentissage	35
5.2 Evaluation de l'enseignement et feedbacks des étudiants	36

5.2.1	Grille d'évaluation de l'enseignement	36
5.2.2	Organisation de la séance d'évaluation de l'enseignement	38
5.2.3	Feedbacks des étudiants	38
Conclusion		41
Annexe A		43
Références		51

Table des figures

2.1	Capture d'écran du didacticiel R sur la plateforme Moodle	10
4.1	Capture d'écran de la page d'accueil des cours du groupe ASAM sur Jupyter	26
4.2	Capture d'écran de la page d'accueil du cours Introduction à R sur Jupyter	26
4.3	Capture d'écran des divers chapitres du cours sur Jupyter	27
4.4	Capture d'écran des leçons du chapitre 3 du cours sur Jupyter	28
4.5	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 1	29
4.6	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 1 avec solution visible	30
4.7	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 2	31
4.8	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 3	31
4.9	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 4	32
4.10	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 5	32
4.11	Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 6	33
5.1	Capture d'écran de la page Admin pour la gestion des comptes utilisateurs	36

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier le centre Didactic de l'Université de Fribourg, me donnant la chance d'entreprendre ce diplôme, et tout l'encouragement pour pouvoir le terminer en moins de onze mois.

Je remercie vivement Madame Bernadette Charlier Pasquier pour son encadrement, sa patience et pour toutes les discussions et suggestions constructives pour la finalisation de ce projet. Je remercie aussi Madame Eline Feldbrugge d'avoir fait part du jury de mon travail. Je tiens à exprimer aussi ma sincère gratitude à Madame Marie Lambert pour toute l'organisation, pour toute la motivation qu'elle m'a donnée durant cette période, et pour son amitié.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Laurent Donzé qui m'a guidé dans la préparation de ce travail du point de vue de la Statistique, pour son encouragement, son support permanent et pour l'intérêt qu'il a porté tout au long de ce projet.

Finalement, je suis reconnaissante à ma famille et mes amis pour leurs présences et leurs supports.

Résumé

Dans ce travail, nous présentons une nouvelle méthode d'auto-apprentissage du langage de programmation R, un langage utile pour les statisticiens comme pour tout autre chercheur désirant faire des analyses statistiques. Le Notebook Jupyter est une application Web innovatrice utilisée fondamentalement pour l'enseignement de langage de programmation. C'est en utilisant ce Notebook caractérisé par son interactivité avec l'utilisateur que nous construisons notre dispositif d'enseignement. La mise en place et l'implémentation du cours online *Introduction à R* étant en cours, nous montrons une leçon implémentée et nous discutons des feedbacks de quelques étudiants ayant eu des premiers contacts avec ce projet.

Introduction

R est un logiciel statistique permettant de faire des analyses et des graphiques de haute qualité. R est aussi bien un langage de programmation complet qu'un environnement de développement. Le point fort de ce logiciel réside dans le fait qu'il est Open Source, et utilisable avec tous les systèmes Windows, Mac... De plus, ce logiciel permet à l'utilisateur de construire facilement ses propres fonctions et possède une large gamme de bibliothèques spécialisées conçues pour répondre à tous les besoins des chercheurs. Pour toutes ces raisons, l'apprentissage de ce langage de programmation se présente comme une nécessité pour tout chercheur dans la discipline des statistiques. Depuis quelques années, le groupe Applied Statistics And Modelling ASAM de la Faculté des Sciences Economiques et Sociales de l'Université de Fribourg a entrepris une page sur la plateforme Moodle pour cet apprentissage destiné spécialement aux étudiants faisant des travaux de séminaire, Bachelor et Master dans ce groupe. Cette utilisation étant passive et dépourvue de toute interaction avec l'étudiant s'avère limitée pour ce contexte de programmation, et un développement de cette méthode d'enseignement apparaît indispensable.

Jupyter est une application Web tournée essentiellement à l'apprentissage de langages de programmation, nous citons par exemple Julia, Java, Python, ... et notamment R. Cette application se présente comme une méthode innovatrice et vivante ayant comme fonctionnalité l'intégration de live code dans les Notebooks pour ce genre d'enseignement basé sur la technologie et l'informatique. Dans notre situation, nous utilisons cette application Jupyter pour implémenter un cours intitulé *Introduction à R*. Ce cours constituera un manuel interactif complet aidant l'étudiant à auto-apprendre et suivre sa propre progression dans la matière. Le but de cet auto-apprentissage est alors de fournir les éléments de base permettant une prise en main du logiciel R afin de faciliter le déroulement des travaux de séminaire, Bachelor et Master au groupe ASAM. Une présentation détaillée de ces méthodes d'enseignement ainsi que l'implémentation de ce cours sur Jupyter, des tests du Notebook faits par des étudiants et quelques pistes d'amélioration sont proposés dans ce travail.

Dans le premier chapitre, nous introduisons le logiciel statistique R, un outil fondamental à tout statisticien. Nous présentons de même le Notebook Jupyter, une application Web, efficace dans l'enseignement de langage de programmation. Nous l'utiliserons bien évidemment pour l'auto-apprentissage du langage de programmation R. Dans le second chapitre, nous évoquons la méthode d'apprentissage sur Moodle adoptée actuelle-

ment avec ses avantages et ses inconvénients. D'autre part, la nouvelle méthode d'auto-apprentissage avec Jupyter et ses points forts et points faibles sont exprimés. Ensuite, nous présentons le scénario pédagogique correspondant au cours *Introduction à R*. Le cours étant divisé en huit chapitres, nous exposons dans la quatrième partie le processus et instructions permettant l'accès à la plateforme et une leçon modèle tirée de ce cours. Chaque leçon comporte plusieurs notions, chacune de ces dernières renforcée par des exemples, des exercices résolus et non résolus. Finalement, nous présentons dans le dernier chapitre les évaluations de l'apprentissage et de l'enseignement, suivies des feedbacks de quelques étudiants en travaux de séminaire et de Bachelor, ayant testés ce dispositif d'enseignement novice.

Chapitre 1

Présentation du logiciel R et du Notebook Jupyter

Dans ce chapitre, nous passons en revue sur le logiciel statistique R et nous présentons un nouvel outil, le Notebook Jupyter. Dans la première section, nous évoquons les besoins d'apprentissage de R en statistique et dans la deuxième section l'utilité de Jupyter pour cet apprentissage.

1.1 Logiciel R et son apprentissage

R est un logiciel et un environnement destiné au calcul statistique et le graphisme, c'est un langage de programmation objet et la structure de base est le vecteur. Dans cette partie, nous présentons ce langage et son utilité pour la statistique.

1.1.1 Description du logiciel R

Le logiciel R, inspiré par l'environnement *S* développé en 1988 par les laboratoires Bell (anciennement AT & T) est un outil principalement destiné aux applications statistiques et économétriques. Très puissant, il est largement utilisé dans la communauté scientifique internationale. Les applications statistiques peuvent être faites en exécutant des commandes en lignes de code dans un langage de programmation relativement simple. R est un logiciel Open Source sous les termes de la Licence Publique Générale GNU. Il fonctionne sur plusieurs systèmes, telles que Windows, MacOS, Unix et Linux. Depuis son apparition, ce logiciel a été en rapide et constante évolution puisqu'il est basé sur des contributions volontaires de bénévoles bien motivés pour l'implémentation de nouvelles fonctionnalités. D'autre part, cet outil est bien complet et est conçu autour d'un véritable langage informatique de méthodes statistiques. On note que son utilisation est plus difficile que d'autres logiciels sur le marché parce qu'il requiert une certaine connaissance en programmation informatique alors que les autres logiciels, SPSS par exemple, sont conçus pour une utilisation plus évidente avec des boutons et des clics de souris.

1.1.2 L'utilité du logiciel R et son apprentissage

Le logiciel R fournit une grande variété d'analyses statistiques grâce à la famille CRAN¹ (Comprehensive R Archive Network) de sites internet couvrant un large éventail de notions statistiques, notamment des statistiques descriptives, des tests d'hypothèses, des modélisations linéaire et non linéaire, des méthodes de régression etc. R possède également une grande capacité de génération de graphiques en haute résolution. On note que d'autres analyses statistiques peuvent éventuellement être étendues via des modules supplémentaires ou "package". Chaque utilisateur peut néanmoins ajouter des fonctionnalités en définissant ses propres fonctions. R présente de même l'avantage de pouvoir consulter les lignes de code de fonctions déjà existantes afin d'adapter par la suite le choix algorithmique effectué au besoin de chaque utilisateur sur son environnement R personnel.

Le logiciel R a plusieurs avantages, nous citons par exemple :

- Des symboles mathématiques, des calculs, des formules ou des graphiques de qualité produits facilement avec un contrôle total de l'utilisateur (on note que des valeurs par défaut ont auparavant été choisi afin de faciliter les tâches) ;
- une documentation complète pour les fonctions et commandes ;
- une efficacité de traitement et de stockage de données ;
- un vaste éventail d'outils et méthodes statistiques pour l'analyse de données ;
- une collection complète de commandes pour le traitement de tableaux et de matrices ;
- une capacité et une puissance de production de graphiques en haute résolution complétant l'analyse et l'affichage des données à l'écran ou sur support papier ;
- un langage de programmation bien développé, simple et efficace ;
- une flexibilité due à la planification et la cohérence du système.

Pour tout cela, l'apprentissage de la programmation sur R se présente comme un point crucial pour les études ou la recherche en statistique. Certes, cette approche d'apprentissage est bien évidemment pédagogique parce que maîtriser les méthodes statistiques et savoir programmer sur R se complètent parfaitement. De plus, dominer le langage R aboutit à une capacité de conception et de création de nouvelles fonctions appropriées, permettant de réaliser des analyses encore plus sophistiquées.

1.2 Notebook Jupyter et son utilité pour l'apprentissage de R

Le Notebook Jupyter, anciennement appelé projet IPython est une application Web, fournissant des outils interactifs destinés au calcul scientifique. Ces outils permettent en utilisant des commandes interactives et puissantes d'associer l'écriture du code à son exécution et à la création dynamique d'un document personnalisé. Dans cette partie,

1. <http://cran.r-project.org>

nous décrivons le Notebook Jupyter et son utilité pour l'apprentissage d'un langage de programmation, notamment R.

1.2.1 Description du Notebook Jupyter

Le Notebook Jupyter créée par [Pérez et Granger \(2007\)](#), est une application web Open source qui permet de créer et de partager facilement des documents, des équations, des calculs... contenant du live code ou de la programmation en direct. Le nom "Jupyter" est un acronyme de l'ensemble de ces langages de programmation Julia, Python et R. Ce Notebook est fondamentalement utilisé pour des disciplines scientifiques et techniques, nous citons : l'analyse numérique, la modélisation statistique, le data mining et autres. Ce Notebook peut être utilisé avec plusieurs langages de programmation, y compris les plus populaires pour l'analyse de données tels que Julia, Python, R et Scala. Jupyter est de même capable de produire des résultats sous plusieurs formats portables, par exemple du texte, des formules mathématiques, des résultats numériques, des graphiques, des images, des vidéos, des fichiers Latex et Javascript. Le caractère interactif de ce Notebook peut bien alors servir à manipuler et visualiser des données en temps réel. On note qu'une version multi-utilisateurs du Notebook est conçue pour les entreprises, les salles de classe et les laboratoires de recherche.

1.2.2 L'utilité de Jupyter

Jupyter présente récemment un succès immense en raison du type de programmation adapté qui met l'accent sur une approche où l'on expose une série de cellules composée de textes arbitraires ponctués par des blocs de code ou "markdown". Cette approche fait partie de l'intitulée "programmation alphabétisée" ou bien "literate programming". Jupyter est alors bien compétent grâce à ses fonctionnalités interactives, dans les démonstrations, la recherche, et l'acquisition de plusieurs objectifs d'auto-apprentissage de langage de programmation ou toute discipline particulièrement reliée à la science des données. En outre, comme ces environnements accessibles à tout public sont destinés à l'écriture et au développement de code, ils offrent de nombreux avantages comme la complétion de blocs de codes exécutables par des équations mathématiques et un accès facile à l'aide.

Pour notre utilisation, ce Notebook étant un outil divertissant et interactif, il servira à apprendre à programmer sous R et rendra l'analyse des données plus facile à comprendre et à reproduire. Cet apprentissage permettra à l'étudiant d'acquérir une aisance suffisante avec R pour pouvoir effectuer seul les calculs et les estimations dont il a besoin, et les visualiser. Jupyter orienté vers l'auto-apprentissage de la programmation sous R est essentiellement destiné à accompagner les cours de statistiques appliquées et à coacher les étudiants en travaux de séminaire, Bachelor et Master inscrits à notre Groupe Applied Statistics And Modelling ASAM.

Chapitre 2

Différentes méthodes d'apprentissage du logiciel R

Il existe plusieurs méthodes d'enseignement adoptées à chaque situation d'apprentissage. Dans notre contexte, certaines méthodes traditionnelles furent limitées concernant l'apprentissage de la programmation. Notre intention est alors de trouver une méthode idéalement conçue pour aider l'étudiant à mieux acquérir les connaissances utiles et suffisantes pour l'exécution de ses travaux en Statistiques.

2.1 Méthode d'apprentissage adoptée actuellement

Le choix d'une méthode d'apprentissage parmi nombreuses s'adapte suivant les conditions et les besoins du contenu du cours, de la discipline et du profil des apprenants. Nous présentons dans cette section la méthode d'apprentissage adoptée actuellement via la plateforme Moodle, ses avantages et ses inconvénients.

2.1.1 Cours d'apprentissage du logiciel sur Moodle

Depuis quelques années, le groupe ASAM a utilisé la plateforme Moodle bien accessible à tous les étudiants de l'Université de Fribourg pour introduire un didacticiel de R. L'image 2.1 en est une capture d'écran. Cette page Moodle est utilisée actuellement comme dépôt de manuels et documents aidant à la compréhension du code. Par contre, cette utilisation réceptive s'avère très passive pour les étudiants, souvent s'attendant à des méthodes vivantes plus adaptées à la technologie et au développement.

2.1.2 Avantages et inconvénients de la méthode actuellement utilisée

Les avantages de la méthode actuellement utilisée sont divers :

- Comme déjà mentionné, cette page Moodle se présente comme un dépôt de documents et par suite comme un support de cours au cas où l'étudiant aura besoin ;
- Les documents mis sur cette plateforme sont bien choisis pour compléter les notions de cours de Statistiques afin de bien cadrer l'utilisation du logiciel R ;
- Cette page avec ces documents disponibles économise du temps de travail des étudiants puisqu'ils ciblent bien les connaissances et compétences à développer.

D'autre part, les inconvénients de cette méthode d'enseignement sont aussi nombreux, nous citons quelques uns :

- Cette méthode d'enseignement n'est pas du tout interactive, contrairement à la thématique et l'orientation technologique du cours ;
- Les documents mis sur cette plateforme sont bien choisis mais un manuel personnalisé sera plus apprécié pour combler exactement les besoins statistiques de l'étudiant et lui éviter un bourrage d'informations ;
- La plateforme Moodle très compétente en consultation-dépôt de données se révèle limitée à une utilisation plus vivante ;
- Des séances supplémentaires hors semestre entre l'enseignant et l'étudiant doivent être planifiées afin de pratiquer les notions de programmation apprises.

2.2 Nouvelle méthode d'apprentissage de R

Bien que plusieurs cours "statiques" et manuels de programmation R se trouvent sur le marché aujourd'hui, des innovations dans cet enseignement sont toujours requises. C'est dans cette direction que nous nous dirigeons dans ce travail : nous utilisons la plateforme interactive Jupyter pour concevoir un cours d'auto-apprentissage guidé du logiciel et langage R.

2.2.1 Méthode d'auto-apprentissage de R : description

Cette approche d'apprendre à programmer sous R par soi-même est l'opposé de l'approche utilisée habituellement dans l'apprentissage de code. Au fil des années, des implémentations fermées et très cadrées, et souvent à but lucratif comme pour certains logiciels (Matlab, Mathematica...) se présentaient. Avec le développement de la technologie de nos jours, l'apprentissage de code est devenu une nécessité pour divers branches scientifiques, tout comme un lourd fardeau pour des étudiants n'ayant pas toujours pris des cours de programmation ou d'informatique. L'importance de cours de programmation apparaît alors élevée. De plus, l'aspect interactif d'une méthode d'enseignement convenable à cette situation se présente comme une exigence pour la réussite d'un tel apprentissage. Avoir la possibilité d'apprendre à son propre rythme est toutefois un atout supplémentaire.

La plateforme Jupyter est un pilier permettant de concevoir de tels cours avec la possibilité d'offrir à chaque étudiant son propre environnement d'apprentissage, sauve-

gardable d'une session à l'autre et suivant son rythme de travail. En outre, Jupyter donne la possibilité d'introduire du code en direct exécutable ou pas, en forme de console R, afin d'aider l'apprenant à appliquer lui-même les notions apprises directement en ligne. Il sera par la suite apte à articuler les connaissances statistiques acquises dans le cours de Statistiques théoriques donné en salle de cours et les capacités de programmation, et les utiliser dans des projets ultérieurs.

2.2.2 Avantages et inconvénients de cette nouvelle méthode

Que l'on soit complètement novice sur R et que l'on souhaite apprendre à l'utiliser ou que l'on souhaite effectuer d'importants calculs techniques, le Notebook Jupyter est un choix optimal pour auto-apprendre et renforcer nos connaissances en programmation.

Nous citons quelques avantages de l'utilisation du Notebook Jupyter pour l'auto-apprentissage du logiciel et langage R :

- L'étudiant est libre d'apprendre à son rythme dans un contexte divertissant, innovatif et interactif ;
- Des auto-évaluations peuvent être facilement mises en place ;
- L'enseignant a la possibilité de faire des évaluations formatives et sommatives et de suivre la progression de l'apprentissage de chaque étudiant ;
- L'aspect interactif suscite la motivation et la participation des étudiants à l'apprentissage du langage ;
- Ce cours personnalisé suivant les besoins des étudiants effectuant des travaux au groupe ASAM économise du temps de travail pour les étudiants comme pour les enseignants puisqu'il est complet et cible toutes les connaissances et compétences à développer ;
- Le cours implémenté pourra être utilisé comme manuel aussi bien en format texte qu'en format électronique, des fonctionnalités performantes d'exportation existent pour la conversion vers plusieurs formats par exemple .pdf (PDF via LaTeX), .r (R), .ipynb (Notebook), .html (HTML), .md (Markdown) etc. ;
- Le Notebook Jupyter peut également servir de dépôt de documents.

Le seul inconvénient majeur du Notebook Jupyter est la mise en place de serveurs informatiques et l'implémentation des sessions du cours, qui exige plusieurs semaines de travail assidu.

UNI UNIVERSITÉ DE Fribourg MOODLE Aide Moodle Contact Français (fr) - Rédina Berkachy

DONZE Introduction à R

Accueil > DONZE Introduction à R

PERSONNES

Participants

ACTIVITÉS

Chats
Forums
Glossaires
Leçons
Ressources

LIENS VERS D'AUTRES RESSOURCES


- DONZE
- Site officiel de R
- Site officiel de l'éditeur JEdit
- Site officiel des utilisateurs de TeX
- Décompresseur Zipeg

NAVIGATION

Accueil
Tableau de bord
Moodle
Cours actuel
DONZE Introduction à R
Participants
Badges
Actualités et forum
Documentation générale
Didacticiels - Leçons - Exercices
Autres ressources
FAQ - Glossaires
Mes cours

MES COURS

Einstufungstest DaF für die Universität Freiburg - FS 17
A. Enseignement et apprentissage [16-17]
A6. Usage des technologies pour l'enseignement et l'apprentissage [16-17]
B. Evaluation des apprentissages et des enseignements [16-17]
C. Développement professionnel et gestion du travail académique [16-17]
C3. Gérer une équipe de projet [16-17]
Did@cTIC pour tous | Did@cTIC für alle [16-17]
Module "Travail sur sa pratique" [16-17]
Atelier SPSS [SA 16 - SP 17] (online)
DONZE
DONZE BA 1. Introduction à la statistique I [SA 16]
DONZE BA 4. Statistique: approfondissement [SP 17]
DONZE Introduction à R
DONZE MA 3. Inférence, évaluation et sélection de modèles [SA 16]
DONZE MA 4. Méthodes de classification [SP 17]
Réservation bases de données E404
DONZE BA 1. Introduction à la statistique I [SA 15]
DONZE BA 4. Statistique



Actualités et forum

Actualités

Espace de discussion

Forum général
Parloir

Documentation générale

Documentation générale

Manuels
Aides-mémoire
Divers
Bibliographie générale

Didacticiels - Leçons - Exercices

Didacticiels - Leçons - Exercices

Premiers contacts avec R

Autres ressources

Autres ressources

Ressources

FAQ - Glossaires

FAQ - Glossaires

DERNIÈRES ANNONCES

Bienvenue sur la plate-forme "Introduction à R"
5 mars, 13:32 Laurent Donzé
Sujets antérieurs ...

MESSAGES PERSONNELS

Aucun message personnel en attente
Messages personnels

ÉVÉNEMENTS À VENIR

Aucun événement à venir
Aller au calendrier...
Nouvel événement...

ACTIVITÉ RÉCENTE

Activité depuis le mercredi 1 mars 2017, 17:08
Rapport complet des activités récentes...
Aucune activité récente

UTILISATEURS EN LIGNE

(5 dernières minutes)
Rédina Berkachy

CALENDRIER

mars 2017

Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

LÉGENDE

- Cacher les événements globaux
- Cacher les événements de cours
- Cacher les événements de groupe
- Cacher les événements de l'utilisateur

FIGURE 2.1 – Capture d'écran du didacticiel R sur la plateforme Moodle.

Chapitre 3

Contenu du cours et scénario pédagogique

Dans ce chapitre, nous détaillons la répartition des chapitres du cours en plus des structures des leçons, et le scénario pédagogique correspondant.

3.1 Contenu du cours

Le contenu du cours est composé de huit chapitres comportant chacun plusieurs sections et sous-sections. Ces dernières sont également divisées en plusieurs leçons. Le niveau de ces chapitres va des premiers contacts avec le logiciel R (chapitre 1) jusqu'aux analyses statistiques au sens large (chapitre 8). Voici le plan des chapitres proposés :

1. Premiers contacts

- 1.1 Installation et configuration
- 1.2 Espace de travail
- 1.3 Aide, exemples, démonstrations
- 1.4 Les objets en R

2. Vecteurs, séries et objets

- 2.1 Création de vecteurs
- 2.2 Opérateurs et opérations arithmétiques élémentaires
- 2.3 Séquences et séries
- 2.4 Opérateurs logiques
- 2.5 Valeurs manquantes
- 2.6 Caractères alpha-numériques
- 2.7 Sous-ensembles d'éléments
- 2.8 Les attributs d'un objet
- 2.9 Modes mixtes
- 2.10 Etiquette pour les éléments
- 2.11 Les facteurs

3. Matrices et tableaux

- 3.1 Création de tableaux et matrices

- 3.2 Accès aux éléments d'une matrice
- 3.3 Opérations sur les matrices
- 3.4 Inverse, valeurs propres, déterminant
- 4. **Importation et exportation de données**
 - 4.1 Importation de données
 - 4.2 Exportation de données
- 5. **Graphiques sur R**
 - 5.1 Fonctions graphiques
 - 5.2 Options des fonctions graphiques
 - 5.3 Fonctions graphiques secondaires
 - 5.4 Paramètres graphiques
 - 5.5 Exportation de graphiques
- 6. **Syntaxes et formules**
- 7. **Savoir programmer avec R - Astuces**
 - 7.1 Création de boucles
 - 7.2 Création de fonctions
- 8. **Analyses statistiques**
 - 8.1 Statistiques univariées - Mesures
 - 8.2 Distributions théoriques et génération de données
 - 8.3 Inférence statistique et tests
 - 8.4 Méthodes de régression et estimation.

3.2 Structure des leçons

Chaque chapitre est divisé en sections et sous-sections, dont chacune de ces dernières est divisée à son tour en plusieurs leçons. Le choix, l'ordre et la répartition des notions de chaque leçon ont été méticuleusement bien réfléchis. Nous notons quelques aspects clairement pris en considération pour la planification et la répartition des notions de chaque leçon de ce cours :

- Le contenu du cours est structuré de façon très cohérente avec l'enchaînement des notions des cours de Statistiques au niveau Bachelor donnés à la Faculté des Sciences Economiques et Sociales de l'Université de Fribourg notamment par le groupe ASAM ;
- Les connaissances et compétences de base qu'un étudiant doit avoir pour débiter l'utilisation du logiciel R est aussi bien présente ;
- Le niveau de difficulté des notions est progressif et va du plus facile au plus difficile. D'ailleurs, les thèmes des chapitres ont été aussi choisi relativement à cet ordre de difficulté ;

- Pour le déroulement d'une leçon, on présente dans un premier temps la notion telle qu'elle a été expliquée aux cours illustrée par un exemple en live code exécutable mais pas modifiable, en forme de console R. Ensuite, on propose un exercice résolu et où l'étudiant a la possibilité de modifier le code et le compiler grâce aux fonctionnalités de Jupyter. Finalement, un exercice sans solution sera proposé dans le but d'aider l'étudiant à appliquer la méthode déjà décrite et maîtriser lui même l'écriture du code convenable en le compilant directement.

Dans la prochaine partie, nous présentons le scénario pédagogique correspondant à l'apprentissage de la programmation sur R et en s'inspirant des notes de cours et en utilisant le canevas du scénario pédagogique du Module A de la formation Didactic. Pour la taxonomie, nous nous référons à celle de De Ketele comme décrite dans [Charlier \(2016\)](#).

3.3 Développement du scénario pédagogique ¹

Canevas adapté de J. Viens (2003) pour Did@TIC par B. Charlier

Description
<p>Nom de l'activité : Apprendre à programmer sous R avec le Notebook Jupyter</p>
<p>Description synthétique du cours :</p>
<p>Cette plateforme, appelée JUPYTER, est une plateforme électronique Open Source constituant une interface interactive pour apprendre à programmer en langage R. Le but de notre utilisation de cette interface consiste à aider l'étudiant, n'ayant aucun contact préalable avec R, à faire ses premiers pas d'une façon interactive et divertissante et par la suite de bien maîtriser ce logiciel. Dans un premier temps, on introduit dans cette interface des notions de base de code, de mathématiques et statistiques, telles que l'importation et l'exportation de données, les calculs algébriques et vectorielles, ainsi que les calculs matriciels puis des calculs de mesures statistiques comme les moyenne, médiane etc. et finalement d'inférence et de méthodes statistiques. Plus d'approfondissement dans les notions sera implémenter par la suite et aux termes d'autres cours de Statistiques.</p>
<p>Inscription dans le contexte institutionnel (programme ou plan d'études ; lien avec le NQF) :</p>
<p>Ce cours hybride complète les cours de Statistiques donnés au niveau Bachelor par le groupe ASAM à la Faculté des Sciences Economiques et Sociales de l'Université de Fribourg. Seuls les étudiants inscrits en travail de séminaire, Bachelor et Master à ce groupe auront accès à ce cours. L'auto-apprentissage guidé est la méthode d'enseignement adoptée pour ce cours, alors l'étudiant est libre d'apprendre à son rythme. Prendre ce cours est obligatoire pour effectuer l'un des travaux précités.</p>

1. Le scénario prévoit le déroulement d'une activité d'apprentissage (en lieux et temps) et comprend une définition des objectifs, une planification des activités, une description des tâches des apprenant-e-s et des enseignant-e-s ainsi que des modalités d'évaluation. Le scénario pédagogique est le résultat d'un processus de conception qui doit être explicite et systématique : son but est d'assurer une certaine qualité à l'enseignement.

ECTS prévus pour l'activité : Aucun			
Durée estimée pour l'apprenant-e (heures/semaine)	face à face : 0	travail à distance : 1h30 à 2h/semaine (cours et exercices)	
Personnes ressources (nombre)	enseignant-e-s : 1	pairs :	soutien technique : 1 autres :
	tuteurs/tutrices :		

Prérequis ²
<p>L'étudiant devrait maîtriser les notions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - notions de base de mathématiques et statistiques du gymnase ; - logique et raisonnement rigoureux ; - notions de base d'utilisation d'un ordinateur et d'internet.
Compétence(s) principale(s) ³
<p>Les compétences principales de ce cours :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Savoir programmer en langage R. - Savoir modéliser des problèmes statistiques et les analyser à l'aide du logiciel statistique R. - Savoir utiliser les connaissances apprises aux cours de Statistiques pour estimer sous R. <p>Une compétence transversale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Savoir s'organiser pour apprendre par soi-même et s'auto-évaluer.

2. Quels sont les prérequis pour pouvoir suivre ce cours ou réaliser cette activité ? (ex : cours de base, capacités à maîtriser, etc.)

Objectifs ⁴	
savoir-refaire / savoir-redire	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les fonctionnalités des différentes commandes de base ; - Connaître les définitions de différentes notions en statistiques descriptives, en probabilités, en théorie des tests ou en estimation.
savoir-faire convergents	<ul style="list-style-type: none"> - Construire une base de données sur R ; - Importer et exporter des données et des graphiques ; - Construire des graphiques de différents types sous R (histogramme, boxplot, qqplot, etc) ; - Faire des calculs en utilisant les opérations arithmétiques, vectorielles et matricielles ; - Calculer différentes mesures statistiques en utilisant les commandes convenables de R.
savoir-faire divers- gents	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser des données avec R et savoir choisir les graphiques convenables et les améliorer ; - Estimer des données en utilisant les packages de R composant les méthodes statistiques d'analyses ; - Effectuer des tests statistiques appropriés à des données en format .R en formulant les hypothèses statistiques adéquates ; - Choisir la méthode statistique convenable, l'appliquer en R et la comparer avec d'autres ; - Créer de nouvelles fonctions suivant son besoin et savoir utiliser la programmation sous R afin de modéliser et résoudre des problèmes statistiques nouveaux.

3. Quelle sont la ou les compétence(s) principale(s) que les étudiant-es auront acquise(s) à l'issue de ce cours ou de cette activité?

savoir-être savoir-devenir	/ <ul style="list-style-type: none">- Etre autonome dans son travail.- Etre engagé et motivé.- Avoir une curiosité scientifique.
---	---

4. Qu'est-ce que les étudiant-e-s seront capables de faire à l'issue de ce cours ou de cette activité ? Référence utile : la taxonomie de De Ketele (notes de cours du module A, point II.4)

Prise en compte de l'apprenant-e (dans la préparation, la réalisation, l'intégration et le réinvestissement de la situation d'apprentissage)	
<p>De ses caractéristiques individuelles</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. son genre 2. ses projets, ses buts 3. ses prérequis 4. ses conceptions de l'apprentissage 5. son évaluation de soi 6. son attitude par rapport à la formation 	<p>Les caractéristiques individuelles qui seront prises en compte sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ses projets et ses buts : Ce cours est complémentaire aux cours de Statistiques du niveau Bachelor. Ce cours se présente comme une nécessité pour un statisticien et un atout pour les économistes. Nous proposons un contenu et des applications reliés aux besoins et aux attentes d'un étudiant préparant un travail de Séminaire, Bachelor ou Master de qualité en Statistiques. L'apprentissage du langage R servira absolument à un étudiant pour ses projets d'avenir en tant que statisticien. - ses pré-requis : Les pré-requis ne sont pas fortement pris en considération puisque le niveau du cours est progressif et va des premières utilisations de R jusqu'à utiliser R pour estimer et implémenter ses propres fonctions. - ses conceptions de l'apprentissage : On note dans ce cas que l'apprentissage doit être fait en profondeur pour ce cours. - son évaluation de soi et son attitude par rapport à la formation : Les cours de programmation pour les non-informaticiens sont souvent perçus comme des cours plutôt difficiles et compliqués. Mais la progressivité des notions de ce cours précisément le rend plus accessible à tous.
<p>De sa motivation</p> <p>Comment susciter et maintenir sa participation ?</p>	<p>Etant donné que le cours est un cours obligatoire pour pouvoir effectuer un travail de qualité en Statistiques, on s'aperçoit que les étudiants ne sont pas toujours très motivés pour cet apprentissage. C'est pour cette raison supplémentaire qu'on a décidé d'utiliser Jupyter comme plateforme afin de susciter la motivation et inciter les étudiants à apprendre suite à l'aspect divertissant et interactif du Notebook. On présente des exemples, exercices et problèmes exécutables en live code liés à la vie quotidienne mais aussi à leurs domaines d'études. Le but est bien évidemment de pratiquer le code sur R. D'autre part, les enseignants restent toujours à la disposition des étudiants pour des clarifications ou pour des informations supplémentaires.</p>

Planification des activités d'apprentissages	Méthodes et approches, fonctions d'aide ⁵
<p>Le nombre de leçons faites par l'étudiant est arbitraire. L'étudiant est libre de travailler à son rythme. Voici la planification d'une leçon de ce cours :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Présentation de la notion - méthode et des lignes de code par un petit texte 2. Un exemple exécutable mais non modifiable (Niveau facile) 3. Un exercice d'application résolu, exécutable et modifiable (Niveau moyen) 4. Un exercice d'application non résolu, exécutable et modifiable (Niveau moyen) 5. Laisser un temps pour l'autocorrection, puis donner la correction de l'exercice et un feedback direct. <p>Chaque leçon comportera environ 10 notions chacune organisée de cette façon.</p>	<p>Approche transmissive et fortement individualiste</p>

Évaluation des apprentissages	
<p>Objets et type d'évaluation (connaissances, compétences etc...) (formative, sommative)</p>	<p>Les évaluations des apprentissages seront plutôt formatives que sommatives :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sommative : Une évaluation sommative certificative n'aura pas lieu pour ce cours mais l'étudiant obtiendra un score à la fin de chaque leçon-chapitre fini-e (en cours de mise en place). 2. Formative et continue : Cette évaluation est en cours d'être mise en place. Elle sera faite directement sur l'environnement personnel de chaque étudiant sur Jupyter. L'étudiant pourra lui-même s'auto-évaluer et s'auto-corriger à son rythme et suivant le niveau des leçons et exercices. De plus, après la compilation de chaque série de commande R, le logiciel lui donne un feedback ("Error" suivi de la faute ou "Execute"). D'autre part, une évaluation formative sur Jupyter est envisagée après chaque chapitre, l'enseignant ayant un contrôle et une vue globale sur tous les environnements personnels des étudiants suivra par derrière la progression de chaque apprentissage et donnera un feedback.

<p>Fonctions (diagnostique, pronostique, certificative)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Une évaluation sommative n'aura pas lieu pour ce cours mais puisque ce dernier est obligatoire pour effectuer un travail dans le groupe ASAM, cet apprentissage sera pris en considération pour l'évaluation sommative et certificative du travail global. 2. Les évaluations formatives individuelles ont une fonction plutôt diagnostique et les évaluations formatives par chapitre ont une fonction de vue d'ensemble et de juger quelles compétences de programmation l'étudiant a acquis, ces évaluations servent aussi à motiver les étudiants pour la suite de l'apprentissage. Elles seront faites tout au long de l'apprentissage et au rythme de l'étudiant, afin de lui donner la possibilité de s'auto-évaluer et s'auto-corriger librement.
<p>Formes et outils (type de questions, de situations et d'échelle(s) d'évaluation)</p>	<p>Pour l'évaluation formative par chapitre sur Jupyter, les questions se basent sur les savoir faire convergents et divergents. On compte environ 2 ou 3 questions par notions. Le score finale représente le nombre d'exercices réussis.</p>
<p>Critères d'évaluation</p>	<p>Pour les questions, l'étudiant réussit s'il a pu répondre à la question avec l'ensemble des lignes de code correcte et compilée. Il aura 1 point pour chaque réponse correcte.</p>
<p>Feedback aux étudiant-e-s (sous quelle forme ? à quel moment ?)</p>	<p>L'étudiant recevra un feedback partiel à la fin de chaque exercice, et ceci directement après l'exécution du code. Ces feedbacks partiels et le feedback général qui aura lieu à la fin de chaque chapitre sont plutôt qualitatifs. Le score sera toujours consultable et un point s'ajoute automatiquement dès que l'étudiant répond correctement à une question.</p>

Évaluation de l'enseignement		
Questionnaire d'évaluation (quel type de questions ? à quels moments ?)	Puisque l'implémentation de ce cours online prend énormément de temps, la première évaluation de cet enseignement est faite oralement avec l'étudiant. Mais un questionnaire d'évaluation donné à la fin du cours est envisagé et sera mis en place dans le futur proche.	
Séance d'évaluation (quelle tâche ? en groupe ? individuelle ? mise en commun ?)	Les résultats des évaluations orales ou bien des questionnaires remplis seront mis dans un document sur Jupyter consultable par tous les étudiants ayant suivis ce cours afin de pouvoir mettre à disposition les différents points de vue et pouvoir comprendre les problèmes qu'ils ont trouvés et les pistes d'amélioration.	
Résultats (feedback aux étudiant-e-s ? régulation ? quelle prise en compte ?)	Les suggestions techniques données par les étudiants seront prioritaires. Sur les notions du cours, la reformulation des explications et des exercices est bien envisageable en vue d'amélioration.	
Vérification des caractéristiques d'un apprentissage en profondeur ⁶	Présent : X Absent : 0	Commentaires (justification de ses choix)
Parcours négociés	X	Des exemples, exercices et problèmes variés de leurs domaines d'études seront proposés.
Unités de temps et de lieux diversifiées	X	Les unités de temps et de lieux sont diversifiées : cet auto-apprentissage est fait au rythme de l'étudiant et le cours est accessible de partout.
Ressources en provenance des lieux de vie privés et professionnels	0	Le cours étant un cours personnalisé et adéquatement construit, pas de ressources externes n'interagissent.

Évaluation	0 - X	L'évaluation sommative correspondante pour ce cours R est prise en considération pour l'évaluation sommative finale du travail. Une évaluation formative du cours est envisagée après chaque chapitre. Une auto-évaluation par leçon et chapitre est prévue qui permet à l'étudiant d'évaluer sa progression.
Tâche	X	Effectuer toutes les leçons est demandé à chaque étudiant. La durée de cette tâche est choisie sous l'accord entre l'enseignant et l'étudiant.
Coherence : objectifs – méthodes – évaluation	X	Les exercices en live code présentent des applications en directes des notions de cours, répondant complètement aux objectifs.
Collaboration	0	La collaboration n'est pas présente dans ce cours étant donné l'aspect apprendre par soi-même.
Fonctions d'aide à l'apprentissage	X	Des exercices et problèmes exécutables et modifiables en direct via Jupyter sont à disposition des étudiants pour réussir à utiliser R.
Usage des TIC	X	La communication, le dépôt de fichiers... seront faits par le Notebook Jupyter, ainsi que les exercices pour apprendre R seront à disposition de tous les étudiants de ce cours.
Moments de régulation du dispositif	0	Une évaluation certificative a lieu à la fin du cours (si l'étudiant a suivi tout le cours ou pas), cet évaluation influencera l'évaluation certificative du travail complet.

5. Référence utile : notes de cours du module A (points II.5 + II.6)

6. Référence utile : notes de cours du module A (point I.4.3 en particulier le tableau récapitulatif)

Chapitre 4

Implémentation du cours et présentation d'une leçon

Le but de ce chapitre est de montrer une leçon exemple du cours *Introduction à R* créé en utilisant le Notebook Jupyter ; Nous décrivons dans un premier temps les interfaces implémentées où nous trouvons les différents chapitres du cours, nous expliquons de même différentes fonctionnalités existantes aidant à l'auto-apprentissage du cours. Dans un second temps, nous présentons la leçon choisie du cours implémenté.

4.1 Implémentation du cours *Introduction à R* dans le Notebook Jupyter

Comme précité auparavant, la mise en place de ce cours est faite en plusieurs étapes. La première étape était de mettre à disposition un serveur puissant répondant automatiquement à des requêtes provenant d'autres dispositifs informatiques, notamment l'application Web Jupyter, et permettant de supporter l'accès de plusieurs utilisateurs en même temps, le partage d'informations, la gestion de l'authentification et le stockage en base de données des profils et apprentissages des utilisateurs. La deuxième étape était de préparer la matière du cours et de l'implémenter dans le Notebook Jupyter. La dernière étape est finalement de tester l'exécution de toutes les tâches demandées au serveur et à la plateforme et la gestion du flux de travail fait sur l'interface du cours. A ce sujet, un guide d'utilisateur a été conçu pour donner à l'utilisateur les premières instructions pour pouvoir se connecter à la plateforme implémentée et faciliter l'utilisation du dispositif d'apprentissage, cf. l'**Annexe A**. Nous notons que pour pouvoir accéder à la plateforme Jupyter, une création d'un compte sur le site <http://gitlab.com> est requise pour pouvoir déclencher le processus d'authentification et par suite accéder à la page du Notebook correspondante au groupe ASAM.

La figure 4.1 présente une capture d'écran de la page d'accueil des cours proposés par le groupe ASAM sur Jupyter et la figure 4.2 celle du cours *Introduction à R*. De même, les différents chapitres de cours comme décrit dans la section 3.1 apparaissent dans la

26 4.1. Implémentation du cours *Introduction à R* dans le Notebook Jupyter

figure 4.3. Nous notons que l'onglet *Examples* sert à donner des exemples d'utilisation de notebooks afin de faciliter la tâche à l'étudiant. De même, l'onglet *nbextensions* sert à ajouter des fonctionnalités "extensions" au notebook personnalisé de l'étudiant. Cet onglet pourra désormais être utile à l'enseignant comme à l'étudiant du fait que l'enseignant trouvera des fonctionnalités supplémentaires pour concevoir un cours plus interactif et plus élaboré techniquement.



FIGURE 4.1 – Capture d'écran de la page d'accueil des cours du groupe ASAM sur Jupyter.

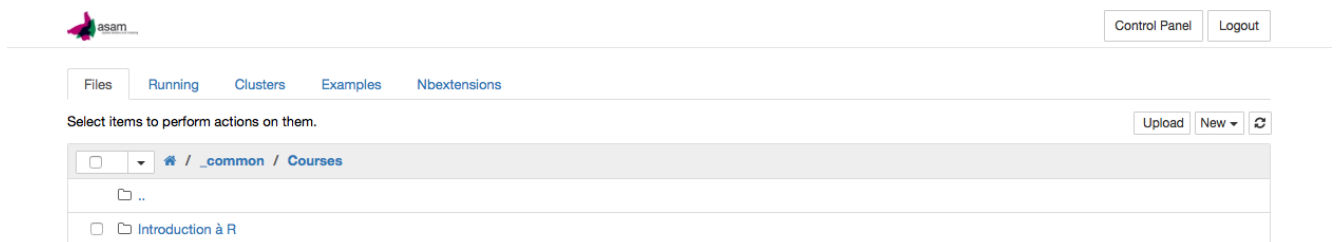


FIGURE 4.2 – Capture d'écran de la page d'accueil du cours Introduction à R sur Jupyter.

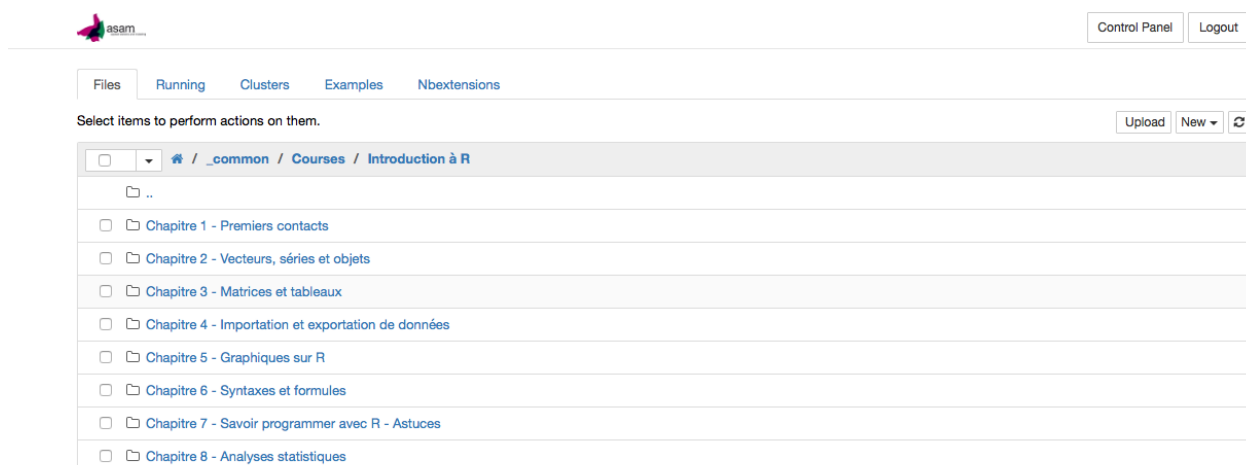


FIGURE 4.3 – Capture d'écran des divers chapitres du cours sur Jupyter.

4.2 Leçon choisie du cours implémenté

Pour concrétiser le travail fait, une leçon exemple du cours, intitulée *Création de tableaux et matrices* est présentée dans cette partie. Dans cette leçon, l'étudiant apprendra à créer lui-même un tableau et une matrice en fixant plusieurs paramètres, nous citons par exemple les dimensions, les valeurs etc.

La figure 4.4 montre les leçons du chapitre 3 dont nous nous intéressons dans ce travail à la première de ces leçons. L'icône vert placé à côté du titre de la leçon indique que cette dernière est en mode exécution. À ce stade, on pourra facilement trouver la leçon modifiée par l'étudiant, sauvegardée dans l'onglet "Running" dans son environnement Jupyter personnel.

Les figures 4.5, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 et 4.11 montrent les différentes notions, exemples et exercices de cette leçon. Nous décrivons dans ce paragraphe la figure 4.5 précisément. Des commentaires sont ajoutées sur cette figure pour mieux comprendre la planification de l'apprentissage de ces notions : Dans un premier temps, nous donnons la définition d'un tableau et d'une matrice. La première notion à apprendre est comment créer un tableau en utilisant la commande "array()". L'extension *Freeze* de Jupyter sert à bloquer des encadrés de lignes de code, l'enseignant a alors le choix entre "Read-Only" et "Read and Write". De ce fait, nous proposons un exemple exécutable mais non modifiable (version "Read-Only") en application directe à l'utilisation de la commande "array()". Ensuite, un exercice d'application résolu de niveau facile - moyen est à disposition. En s'aidant des extensions "Exercise" et "Exercise2", la solution de cette question est cachée et un bouton "Show

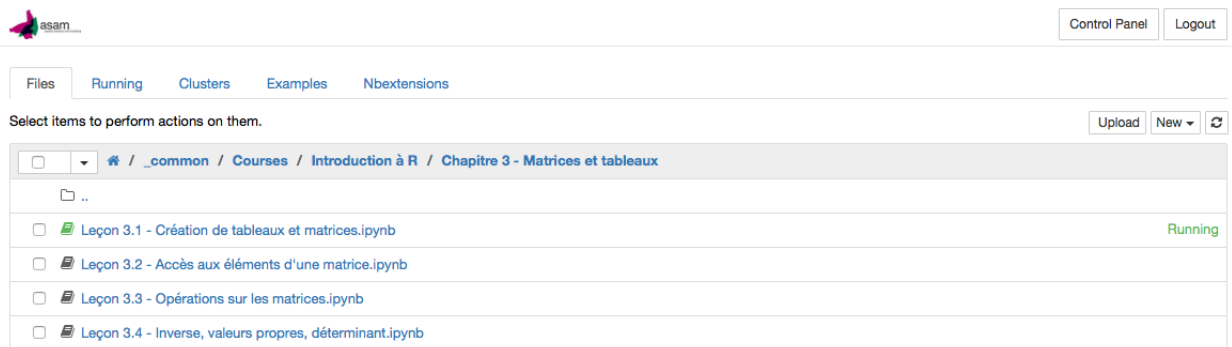


FIGURE 4.4 – Capture d'écran des leçons du chapitre 3 du cours sur Jupyter.

Solution" apparaît suivi d'un espace de console R. Cet encadré aide l'étudiant à pratiquer la notion et trouver lui-même la réponse. L'avantage du bouton "Show Solution" est de pouvoir voir la solution après avoir essayé de la trouver, ceci afin de donner la possibilité à l'étudiant de s'auto-corriger, modifier et/ou exécuter la solution. La figure 4.6 montre le même exemple mais avec la solution visible. Finalement, nous posons une question non résolue de niveau moyen pour aller plus loin dans l'apprentissage de cette notion. La console R donne directement un feedback à l'étudiant : Si la réponse est correcte, les lignes de code seront exécutées sans aucun problème ; sinon, une erreur apparaîtra à l'écran. La suite de cette leçon est montrée dans les figures 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 et 4.11 où le reste des notions sont conçues avec la même répartition et la même planification que la figure 4.5.

Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 2 minutes ago (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

Touche "play" pour compiler les lignes de code R

Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices

Un tableau ("array") est une collection indexée de données. Le vecteur des dimensions nous renseigne sur la taille ou la dimension du tableau. Si le vecteur des dimensions est de longueur k alors le tableau sera de dimension k. En outre, la valeur de chaque élément du vecteur des dimensions nous indique le nombre d'éléments par dimension que comprend le tableau. Une matrice est un cas spécial de tableau. Dans ce cas, le vecteur des dimensions est de longueur 2. Si i et j sont respectivement la 1ère et la 2ème valeur du vecteur des dimensions, alors la matrice aura i lignes et j colonnes.

- On peut créer un tableau en utilisant la commande `<< array() >>`. Par exemple,

```
In [2]: x <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
array(x, dim = c(2, 5))
```

Exemple exécutable mais non modifiable

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

Résultat de la compilation réussite avec aucune erreur

--- Question résolue: ---
 Créez un tableau de 3 lignes et 4 colonnes avec dans la première ligne les valeurs 5, 9, 11, 4; les valeurs 2, 2, 14 et 0 dans la deuxième ligne et les valeurs 3, 10, 9 et 7 dans la dernière.

Show Solution Pour faire apparaître la solution de l'exercice modifiable et exécutable

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
 Créez un tableau de 4 lignes et 7 colonnes avec les valeurs comme suit:
 2, 3, 6, 1, 9, 11, 4
 4, 2, 9, 11, 2.5, 23, 4
 1, 8/3, 4, 91, 2, 8, 1.5

```
In [ ]: # Réponse
```

Espace libre pour la réponse

FIGURE 4.5 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 1.

asam... Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: a few seconds ago (autosaved) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help R O

Markdown CellToolbar

Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices

Un tableau ("array") est une collection indexée de données. Le vecteur des dimensions nous renseigne sur la taille ou la dimension du tableau. Si le vecteur des dimensions est de longueur k alors le tableau sera de dimension k. En outre, la valeur de chaque élément du vecteur des dimensions nous indique le nombre d'éléments par dimension que comprend le tableau. Une matrice est un cas spécial de tableau. Dans ce cas, le vecteur des dimensions est de longueur 2. Si i et j sont respectivement la 1ère et la 2ème valeur du vecteur des dimensions, alors la matrice aura i lignes et j colonnes.

- On peut créer un tableau en utilisant la commande `<< array() >>`. Par exemple,

```
In [2]: x <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
array(x, dim = c(2, 5))
```

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

--- Question résolue: ---
 Créez un tableau de 3 lignes et 4 colonnes avec dans la première ligne les valeurs 5, 9, 11, 4; les valeurs 2, 2, 14 et 0 dans la deuxième ligne et les valeurs 3, 10, 9 et 7 dans la dernière.

Hide Solution

```
In [ ]: x <- c(5,2,3,9,2,10,11,14,9,4,0,7)
array(x, dim = c(3,4))
```

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
 Créez un tableau de 4 lignes et 7 colonnes avec les valeurs comme suit:
 2, 3, 6, 1, 9, 11, 4
 4, 2, 9, 11, 2.5, 23, 4
 1, 8/3, 4, 91, 2, 8, 1.5

```
In [ ]: # Réponse
```

FIGURE 4.6 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 1 avec solution visible.

asam... Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 3 minutes ago (autosaved) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help | R O

Code CellToolbar

- On peut transformer un vecteur en tableau en lui attribuant l'attribut `<< dim >>` (dimension). Ainsi

```
In [ ]: x <- c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)
dim(x) <- c(2,5)
x
```

--- Question résolue: ---
Transformez le vecteur $y = (1,3,7,9,2,5,7,4,0)$ en tableau de 3 lignes et 3 colonnes.

Show Solution

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
Créez un vecteur de 12 valeurs allant de 1 avec un pas de 2 et transformez le en tableau de 4 lignes et 3 colonnes.

```
In [ ]: # Réponse
```

FIGURE 4.7 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 2.

asam... Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 3 minutes ago (autosaved) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help | R O

Code CellToolbar

- Enfin, on peut créer directement des matrices en utilisant la commande `<< matrix() >>`. Par exemple, en utilisant le vecteur x comme données, une matrice de 2 lignes et 5 colonnes s'obtient comme:

```
In [ ]: x <- c(1:10)
matrix(x,2,5)
```

--- Question résolue: ---
Créez une matrice de 3 lignes et 2 colonnes avec les données suivantes: (3,2,5,3,7,4,0.88)

Show Solution

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
Créez une matrice 4x5 dont toutes les valeurs sont nulles sauf la première colonne ayant 1 comme toutes ses valeurs.

```
In [ ]: # Réponse
```

FIGURE 4.8 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 3.

asam... Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 4 minutes ago (autosaved) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help R O

Code CellToolbar

- On peut générer d'autres formes particulières de matrices, par exemple, une matrice diagonale s'obtient par la commande `<< diag() >>`. Par exemple,

```
In [ ]: diag(c(3,5,6))
```

--- Question résolue: ---
Générez une matrice diagonale 4x4 avec les valeurs 4, 3, 2 et 1 sur la diagonale.

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
Générez une matrice identité d'ordre 5.

```
In [ ]: # Réponse
```

FIGURE 4.9 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 4.

asam... Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 4 minutes ago (autosaved) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help R O

Code CellToolbar

- Il faut noter que la commande `<< diag() >>` appliquée à une matrice carrée, et non à un vecteur, nous retourne la diagonale de cette matrice. Par exemple,

```
In [ ]: x <- matrix(1:9,3,3)
diag(x)
```

--- Question résolue: ---
Trouvez la diagonale de la matrice suivante:

$$\begin{pmatrix} 0 & 8 \\ 7.2 & 4 \end{pmatrix}$$

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
Trouvez la diagonale de la matrice suivante puis calculez la somme de ses éléments:

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 \\ 5 & 9 & 3 \\ 0 & -2 & 6 \end{pmatrix}$$

```
In [ ]: # Réponse
```

FIGURE 4.10 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 5.

Leçon 3.1 - Création de tableaux et matrices Last Checkpoint: 4 minutes ago (autosaved)

Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help | R O

Code CellToolbar

$$\begin{pmatrix} 0 & -2 & 6 \end{pmatrix}$$

In []: # Réponse

- R permet de construire une matrice en combinant différentes matrices. La commande `<< rbind() >>` permet de "coller" deux ou plusieurs matrices horizontalement, i.e. par rapport aux lignes, tandis que la commande `<< cbind() >>` va "coller" deux ou plusieurs matrices verticalement, i.e. par rapport aux colonnes. Par exemple,

```
In [ ]: x1 <- matrix(1:3,1,3)
x2 <- matrix(4:6,1,3)
x <- rbind(x1, x2)
x
```

--- Question résolue: ---
 Construisez une matrice 3x3 en combinant les deux matrices suivantes verticalement.

$$\begin{pmatrix} 6 & 3 & 9 \\ 0 & 3 & 2 \\ 1 & 8 & 5 \end{pmatrix}$$

Show Solution

In []: # Réponse

--- Question: ---
 Créez une matrice 2x2 contenant les valeurs suivantes (1,3,7,2) et une autre 2x3 avec les valeurs suivantes (4,6,7,3,9,0). Construisez une matrice 2x5 en combinant ces deux matrices horizontalement.

In []: # Réponse

FIGURE 4.11 – Capture d'écran de la leçon 3.1 Création de tableaux et matrices - Partie 6.

Chapitre 5

Evaluations de l'apprentissage et de l'enseignement, feedbacks des étudiants

Dans ce dernier chapitre, nous évoquons les évaluations envisagées de l'apprentissage et de l'enseignement et les feedbacks des étudiants suite à leurs premières expériences dans cet auto-apprentissage.

5.1 Evaluation de l'apprentissage

Deux types d'auto-évaluations inspirées de [Charlier \(2016\)](#) sont envisagées dans le but de renforcer l'autonomie et l'activité individualiste de l'apprenant. Le premier type d'auto-évaluation (par leçons) sera sous forme de questionnaire où l'on cite les compétences à acquérir dans une certaine leçon, et où l'apprenant devra choisir entre les réponses possibles suivantes :

1. Je sais le faire en suivant les exercices corrigés ;
2. Je sais le faire dans des conditions et exemples semblables ;
3. Je sais le faire dans d'autres contextes mais j'ai quelques doutes de mes résultats ;
4. Je sais le faire dans d'autres contextes et je peux l'expliquer et interpréter le résultat obtenu.

Ces auto-évaluations servent à identifier les connaissances et compétences acquises et non acquises, et aideront l'apprenant par la suite à se remettre en question pour améliorer sa performance.

La seconde auto-évaluation sera faite directement dès que l'étudiant répond correctement à une question. Cette auto-évaluation sera sommative mais à but formatif. On mettra alors 1 point sur chaque réponse correcte. À la fin de chaque leçon, l'étudiant aura un score et un feedback. Pour l'implémentation de ces deux types d'auto-évaluations, on s'aidera de l'extension *nbevaluator* et de la fonctionnalité *Assignements* de Jupyter.

Etant donné l'aspect autonome de ce cours, l'enseignant a aussi une tâche importante et qui est de suivre la progression de l'apprentissage de ses étudiants. Ainsi, comme le montre la figure 5.1, l'enseignant *Admin* a un contrôle total sur l'activité de l'étudiant (*asam-student*, utilisateur étudiant test) et peut poursuivre la progression de son apprentissage et lui donner un feedback personnalisé à tout moment.

User (6) ^	Admin v	Last Seen v	Running (1) v
<input type="text" value="Add Users"/>			<input type="button" value="Stop All"/> <input type="button" value="Shutdown Hub"/>
berkachyr	admin	2 minutes ago	<input type="button" value="stop server"/> <input type="button" value="access server"/> <input type="button" value="edit"/>
donzel	admin	4 days ago	<input type="button" value="start server"/> <input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
asam_student		4 days ago	<input type="button" value="stop server"/> <input type="button" value="access server"/> <input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
foo		5 days ago	<input type="button" value="start server"/> <input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
sharednotebooks		10 days ago	<input type="button" value="start server"/> <input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
testuser		10 days ago	<input type="button" value="start server"/> <input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>

FIGURE 5.1 – Capture d'écran de la page Admin pour la gestion des comptes utilisateurs.

5.2 Evaluation de l'enseignement et feedbacks des étudiants

L'évaluation de l'enseignement, étant un point crucial dans tout enseignement, sera essentiellement prise en considération en vue d'amélioration de ce dispositif. De ce fait et compte tenu du temps de développement de ce cours, une discussion orale avec les étudiants ayant débuté cet auto-apprentissage est prévue en premier lieu. Cette discussion posera sur les problèmes techniques surgissant, les difficultés repérées et l'acquisition de différentes compétences de programmation. Une évaluation en forme de questionnaire sur Jupyter est envisagée pour la suite de ce projet. Les grands axes de cette évaluation seront inspirés du questionnaire d'évaluation fait par le Service de qualité de l'Université de Fribourg sûrement adapté au contexte de l'auto-apprentissage en ligne.

5.2.1 Grille d'évaluation de l'enseignement

Voici la grille d'évaluation comportant les aspects sur lesquels la discussion avec des étudiants en travaux de séminaire et Bachelor ayant accompli quelques leçons de ce cours, portera :

Grille d'évaluation de l'enseignement

La méthode d'apprentissage adoptée, étant novice, requiert des développements de plusieurs points de vue. Une évaluation de l'enseignement faite auprès des étudiants ayant utilisé la plateforme Jupyter pour apprendre à programmer sous R sera bien appréciée pour l'amélioration du dispositif d'enseignement. Voici les aspects divisés en 6 catégories sur lesquels l'évaluation de l'enseignement faite dans une séance collective avec les étudiants portera :

— **Difficultés rencontrées - Avantages - Inconvénients.**

— **Technicité de l'interface**

- Interface facile à utiliser - "user friendly" ;
- Accès facile à l'information - technicité ;
- Utilité et satisfaction ;
- Présentation de la plateforme - Effet visuel.

— **Gestion de l'apprentissage**

- Charge de travail - Nombre d'heures ;
- Travailler à son rythme ;
- Conditions d'apprentissage : favorable - pas favorable, on peut apprendre à tout moment, n'importe où. Accessibilité.

— **Contenu du cours**

- Enchaînement d'idées ;
- Clarté dans la description des objectifs ;
- Organisation des chapitres - leçons ;
- Ordre de difficulté dans les notions - parcours pas à pas ;
- Manques de notions.

— **Buts - Futur - Motivation**

- Pertinence des notions évoquées par rapport à la suite des travaux ;
- Originalité du dispositif - Place accordée à l'innovation pédagogique ;
- Motivation de l'étudiant - Influence de l'interactivité et du divertissement ;
- Attente envers le cours implémenté - Manuel complet ou non pour la suite ;
- Importance de l'implémentation d'évaluations et d'auto-évaluations de l'apprentissage.

— **Comparaison entre la nouvelle et l'ancienne méthode**

- Passivité du cours Moodle contre Interactivité du Notebook Jupyter ;
- Apprentissage en profondeur avec une méthode interactive contre une méthode passive.

5.2.2 Organisation de la séance d'évaluation de l'enseignement

La séance d'introduction et d'évaluation de Jupyter a eu lieu en présence d'étudiants en travaux de séminaire et Bachelor au groupe ASAM. La séance d'une heure était organisée de la façon suivante :

1. Présentation du logiciel R et de la page Moodle correspondante au cours : 5 min ;
2. Présentation de Jupyter et du Guide d'utilisateur : 5 min ;
3. Démonstration de Jupyter et consultation de la page Moodle en parallèle : 10 min ;
4. Exercice - explorer et essayer une leçon ensemble : 10 min ;
5. Mise en commun des premières impressions, discussions autour de la grille d'évaluation de l'enseignement et comparaison de Jupyter avec Moodle : 30 min.

5.2.3 Feedbacks des étudiants

Dans ce paragraphe, nous récapitulons en résumé les différents avis constructifs des étudiants durant les discussions. Nous adoptons la même catégorisation que dans la grille d'évaluation présentée auparavant dans le but de répondre à nos questionnements et repérer plus facilement les points à améliorer. Ces suggestions d'amélioration seront par la suite prises en considération pour la suite du développement de notre dispositif.

Difficultés rencontrées - Avantages - Inconvénients

Les premières difficultés rencontrées étaient plutôt techniques suite à un problème d'authentification arrêtant le processus d'accès à la plateforme. Ce problème est dû au dysfonctionnement des serveurs *Gitlab*, ce qui a ralenti l'accès et la période destinée à l'exploration et l'essai de la plateforme pour plusieurs jours.

Technicité de l'interface

En ce qui concerne la technicité de l'interface, les étudiants trouvent son utilisation facile et confortable. À part le problème surgissant lors du processus d'authentification, l'accès à l'information est perçu comme clair et facile pour eux. De plus, ils voient que ce cours, préparé de cette façon est bien utile et très satisfaisant pour ce genre d'enseignement.

Gestion de l'apprentissage

Les étudiants présents dans cette séance trouvent qu'entreprendre une telle méthode d'apprentissage interactif est très intéressant et aventureux, spécialement avec toutes les fonctionnalités de Jupyter et son accessibilité de tout appareil technologique. Ils ont bien apprécié aussi le fait de pouvoir travailler à son rythme et la liberté dans le flux de travail. Pour la charge de travail, les réponses n'étaient pas précises puisque les étudiants n'ont pas eu la possibilité de mesurer le temps qu'ils ont mis pour accomplir une leçon.

Contenu du cours

Pour le contenu du cours, les feedbacks des étudiants étaient limités suite au temps restreint qu'ils avaient pour tester le Notebook. Ils ont quand même évoqué leurs appréciations à la disposition de chaque leçon, plus précisément le fait d'avoir plusieurs types d'exercices pour chaque notion (résolu, non résolu, modifiable, non modifiable ...) pour mieux cibler l'apprentissage en profondeur. L'organisation des chapitres et leçons a été bien perçue aussi.

Buts - Futur - Motivation

Concernant la motivation influencée par l'interactivité et le divertissement de la plateforme et son maintien, les étudiants pensent qu'elle est plutôt reliée à la discipline, à l'étudiant lui-même et aux exigences du travail fixées par les enseignants, que à des fonctionnalités informatiques d'une plateforme. En revanche, ils ne nient absolument pas l'importance d'un tel apprentissage et son utilité dans la suite de leurs travaux, dans leurs cursus universitaires et dans le maintien de leur motivation. D'autre part, ils trouvent que cette façon d'apprendre est originale, innovatrice et pour la plupart d'entre eux une première. Nous notons leurs forts intérêts à ce projet au point de leurs souhaits d'avoir plusieurs autres cours conçus et implémentés de la même manière.

Pour les évaluations, les étudiants trouvent qu'une évaluation formative par chapitre est plus pertinente qu'une évaluation formative par leçon. De plus, obtenir un score à la fin de chaque leçon-chapitre s'avère comme sans importance pour eux. Ils seront plus intéressés par une auto-évaluation par compétences que d'un simple chiffre donnant vaguement une idée de la progression de l'apprentissage. Une idée intéressante d'une étudiante s'est proposée : Avoir une auto-évaluation par chapitre avec des pourcentages de réussite par leçon, ceci évitera suivant elle d'avoir une imprécision dans le jugement et ciblera les notions et leçons à refaire et re-travailler.

Comparaison entre la nouvelle et l'ancienne méthode

Avec toutes les fonctionnalités présentes dans Jupyter, Moodle se voit comme une plateforme passive et bien évidemment limitée pour nos besoins. Les étudiants ont directement pu repérer ce côté en distinguant entre les deux plateformes et en évoquant l'interactivité de Jupyter aidant à une meilleure compréhension de la matière du cours contre la passivité encombrante de Moodle.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons présenté une nouvelle méthode d'auto-apprentissage du langage de programmation R avec le Notebook Jupyter, destinée essentiellement aux étudiants accomplissant des travaux de séminaires et de Bachelor au groupe ASAM. Nous avons tout d'abord introduit le logiciel R et son utilité dans le domaine des Statistiques, et le Notebook Jupyter et ses fonctionnalités. Nous avons évoqué ensuite les préparations du cours *Introduction à R* et le scénario pédagogique correspondant. Ce cours a été implémenté sur Jupyter, ceci constituant une plateforme interactive avec du live code intégré. Nous avons montré une leçon implémentée uniquement, celle-ci constituée de plusieurs notions à apprendre. Chaque notion suivit de plusieurs exemples et exercices de types différents (exécutables, non exécutables, modifiables, non modifiables...). Ce cours a été testé aussi avec quelques étudiants en travaux de séminaire et Bachelor inscrits au groupe ASAM. Dans la dernière partie du travail, nous avons discuté des évaluations d'apprentissage et d'enseignement, et des feedbacks de ces étudiants. Ces derniers, étant très satisfaits du résultat obtenu, ont contribué efficacement à donner des pistes d'amélioration pour ce nouveau dispositif d'enseignement, en voie de progression dans le futur proche.

Réflexion personnelle

Entreprendre une méthode d'auto-apprentissage comme celle décrite dans ce travail se présentait comme un besoin pour le développement des activités d'enseignement dans notre groupe ASAM. Opter pour une méthode interactive et individualiste est donc un supplément important à la méthode adoptée actuellement et met en relief le côté innovateur dans nos habitudes d'enseignement. Pour l'élaboration de ce travail, nous nous référons à plusieurs modules suivis dans la formation Didactic comme signalé dans le texte. Nous notons par exemple, le module A (Enseignement et apprentissage) fournissant un outil didactique crucial qu'est le scénario pédagogique et utilisé dans la Section 3.3 et le module B (Evaluations des apprentissages) qui pourvoit des notions et exemples illustrant les évaluations de l'enseignement et de l'apprentissage tels que l'auto-évaluation vue dans la Section 5.1 et la grille d'évaluation de l'enseignement, Section 5.2.1. D'autre part, grâce au travail fait, plusieurs apprentissages et compétences ont été acquis au niveau personnel dans l'intention de pouvoir les investir dans des projets ultérieurs, nous citons quelques uns :

- savoir concevoir un cours sur le Notebook Jupyter,
- créer des méthodes innovatrices d'enseignement adaptées à la discipline, au contenu et au résultat souhaité de l'apprentissage,
- consulter les étudiants ayant un rôle supplémentaire qu'est de tester ce dispositif, et par la suite prendre en considération leurs feedbacks et remarques sur les méthodes adoptées afin d'améliorer nos pratiques d'enseignement,
- savoir élaborer un auto-apprentissage guidé en apportant un soutien méthodologique permanent à l'étudiant,
- proposer des activités diverses à distance lors des phases d'enseignement.

En conséquence et suite à l'acquisition de ces compétences et aux feedbacks positifs des étudiants concernant ce travail, la méthode d'auto-apprentissage en utilisant le Notebook Jupyter sera reprise dans l'avenir dans d'autres projets et cours de niveaux différents donnés par le groupe ASAM.

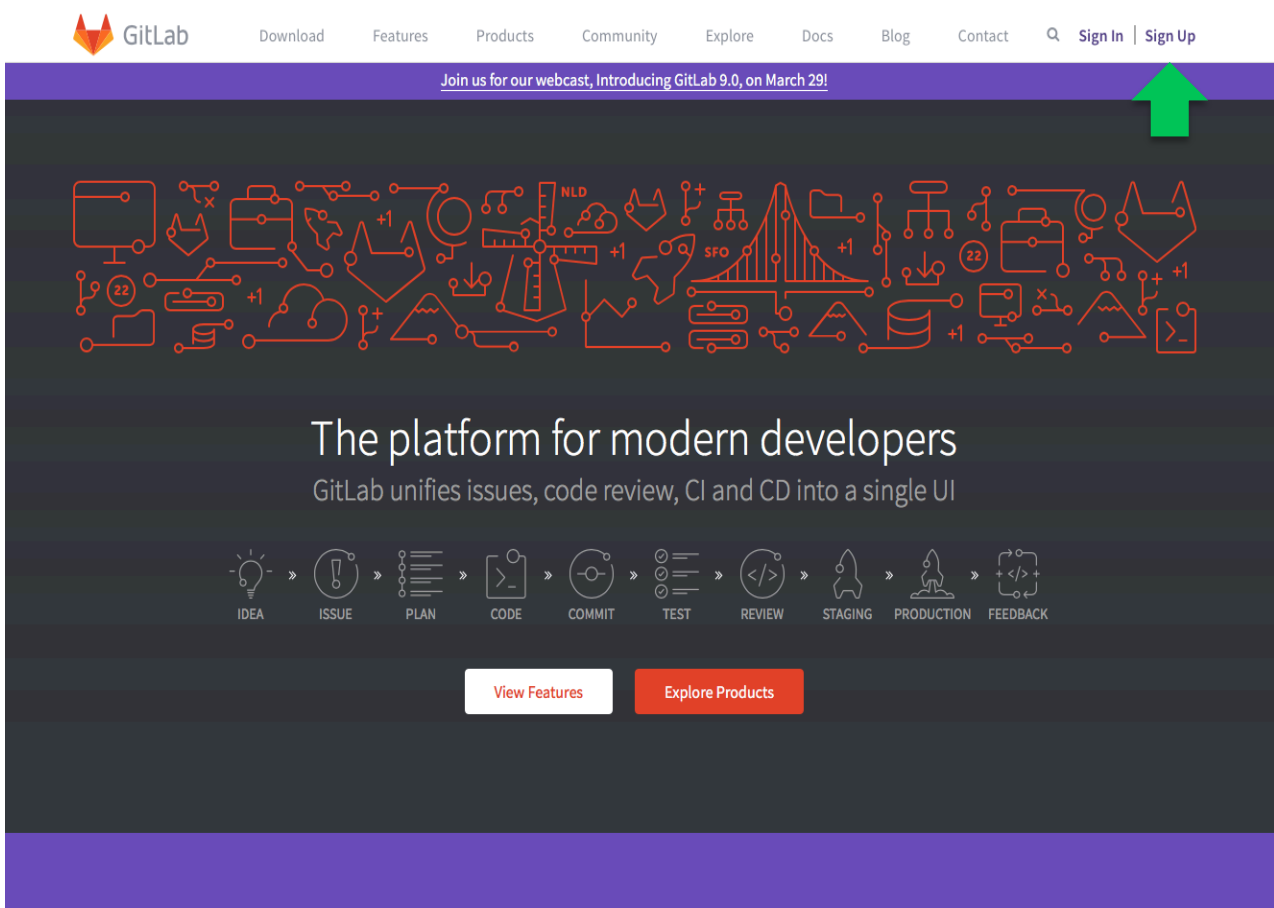
Annexe A

Guide d'utilisateur de JupyterHub

Le Notebook Jupyter est une application Web fournissant des outils interactifs destinés au calcul scientifique. Ces outils permettent en utilisant des commandes interactives et puissantes d'associer l'écriture du code à son exécution et à la création dynamique d'un document personnalisé, facilitant l'apprentissage de langage de programmation, notamment le langage R.

Suivre les instructions suivantes depuis un ordinateur connecté au réseau Internet pour accéder à la plateforme du cours "Introduction à R" sur Jupyter:

1. Ouvrir un navigateur Internet.
2. Créer un compte Gitlab sur <https://about.gitlab.com> en cliquant sur le bouton *Sign Up*.



The screenshot shows the GitLab website homepage. At the top, there is a navigation bar with the GitLab logo and links for Download, Features, Products, Community, Explore, Docs, Blog, Contact, Sign In, and Sign Up. A purple banner below the navigation bar contains the text "Join us for our webcast, Introducing GitLab 9.0, on March 29!". The main content area features a large graphic of orange icons representing various development and data science concepts. Below this graphic, the text reads "The platform for modern developers" and "GitLab unifies issues, code review, CI and CD into a single UI". A horizontal flow of icons represents the development process: IDEA, ISSUE, PLAN, CODE, COMMIT, TEST, REVIEW, STAGING, PRODUCTION, and FEEDBACK. At the bottom, there are two buttons: "View Features" and "Explore Products". A green arrow points to the "Sign Up" link in the top right corner of the navigation bar.

3. Cliquer sur *Register* et remplir les informations personnelles.



GitLab.com

GitLab.com offers free unlimited (private) repositories and unlimited collaborators.

- [Explore projects on GitLab.com](#) (no login needed)
- [More information about GitLab.com](#)
- [GitLab.com Support Forum](#)

By signing up for and by signing in to this service you accept our:

- [Privacy policy](#)
- [GitLab.com Terms.](#)

Sign in	Register
Username or email	
<input type="text"/>	
Password	
<input type="password"/>	
<input type="checkbox"/> Remember me	Forgot your password?
<input type="button" value="Sign in"/>	

Didn't receive a confirmation email? [Request a new one.](#)

Sign in with    

Attention: Si le nom est par exemple "Rédina Berkachy", le Username sera "berkachy".




GitLab.com

GitLab.com offers free unlimited (private) repositories and unlimited collaborators.

- [Explore projects on GitLab.com](#) (no login needed)
- [More information about GitLab.com](#)
- [GitLab.com Support Forum](#)

By signing up for and by signing in to this service you accept our:

- [Privacy policy](#)
- [GitLab.com Terms.](#)

Sign in	Register
Name	
<input type="text"/>	
Username	
<input type="text"/>	
Email	
<input type="text"/>	
Email confirmation	
<input type="text"/>	
Password	
<input type="password"/>	
Minimum length is 8 characters	
<input type="checkbox"/> I'm not a robot 	
<small>reCAPTCHA Privacy - Terms</small>	
<input type="button" value="Register"/>	

Didn't receive a confirmation email? [Request a new one.](#)

Sign in with    

4. Aller sur <https://jupyterhub.groupe-asam.ch> et faire le *Sign in* en utilisant le nom d'utilisateur choisi ou l'email et le mot de passe.



GitLab.com

GitLab.com offers free unlimited (private) repositories and unlimited collaborators.

- [Explore projects on GitLab.com](#) (no login needed)
- [More information about GitLab.com](#)
- [GitLab.com Support Forum](#)

By signing up for and by signing in to this service you accept our:

- [Privacy policy](#)
- [GitLab.com Terms.](#)

Sign in Register





Username or email
asam_student

Password
.....

Remember me [Forgot your password?](#)

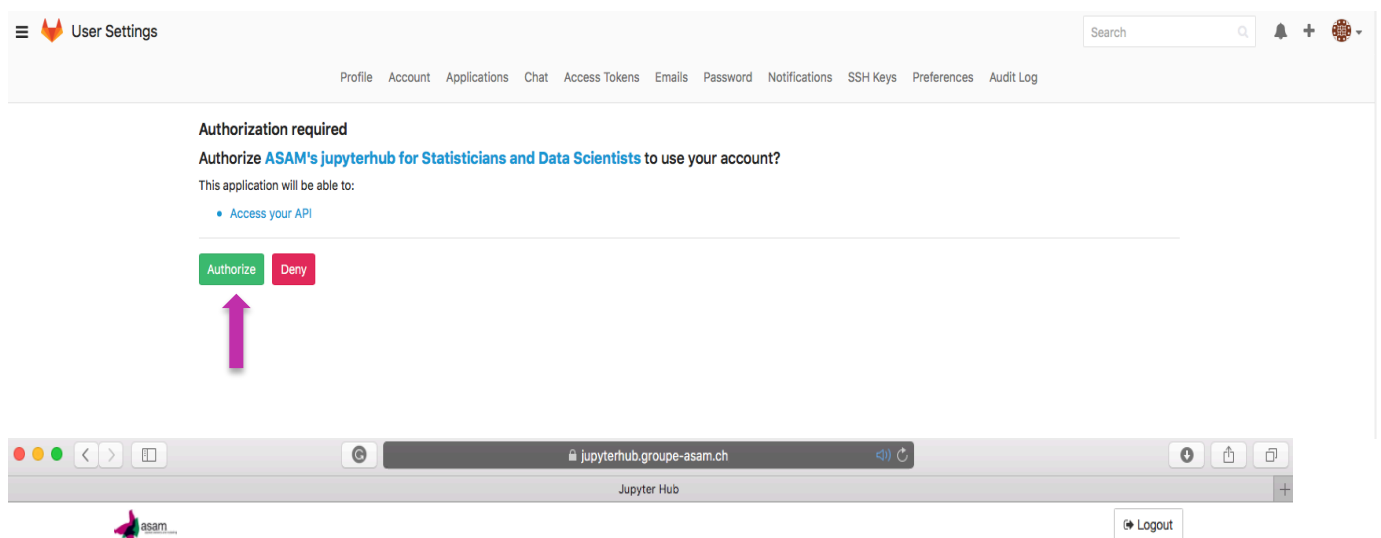
Sign in

Didn't receive a confirmation email? [Request a new one.](#)

Sign in with    



5. Cliquer sur *Sign in* puis sur *Authorize* puis *Start My server*.

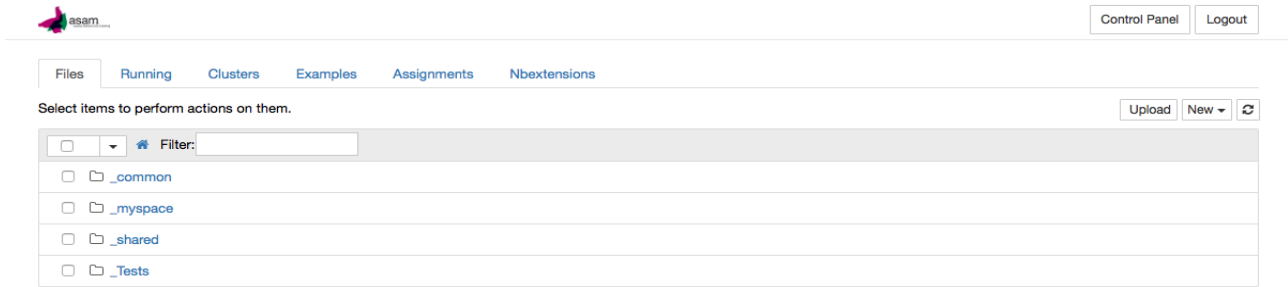


The screenshot shows the 'User Settings' page in GitLab.com. The main heading is 'Authorization required' with the sub-heading 'Authorize ASAM's jupyterhub for Statisticians and Data Scientists to use your account?'. Below this, it states 'This application will be able to:' followed by a bullet point 'Access your API'. There are two buttons: a green 'Authorize' button and a red 'Deny' button. A pink arrow points to the 'Authorize' button. At the bottom of the page, there is a 'Logout' button.

Start My Server



6. Arriver à la page suivante étant la page d'accueil de l'espace du groupe ASAM sur Jupyter.



The screenshot shows the ASAM Jupyter interface. At the top right, there are buttons for 'Control Panel' and 'Logout'. Below the header, there are navigation tabs: 'Files', 'Running', 'Clusters', 'Examples', 'Assignments', and 'Nbextensions'. The 'Files' tab is active. Below the tabs, there is a text prompt 'Select items to perform actions on them.' followed by 'Upload', 'New', and a refresh icon. A search bar labeled 'Filter:' is present. The file list shows four folders: '_common', '_myspace', '_shared', and '_Tests'.

7. Cliquer sur `_common` puis sur `Courses` et ensuite sur le répertoire du cours `Introduction à R`.

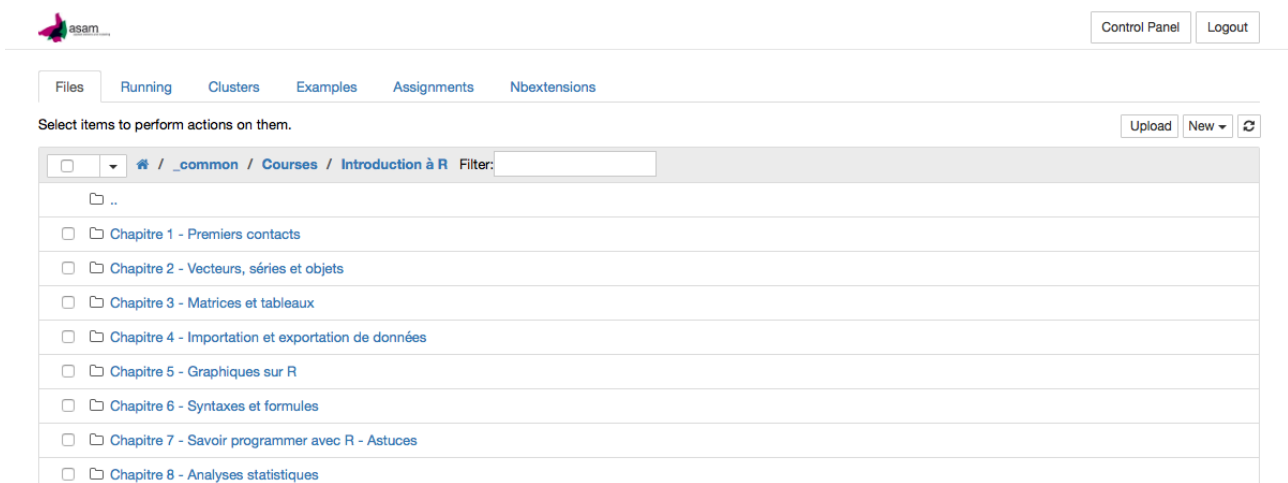


The screenshot shows the ASAM Jupyter interface with the file browser navigated to the `_common` directory. The breadcrumb path is `.. / _common`. The file list shows four folders: `..`, `Courses`, `Datasets`, and `Welcome`.



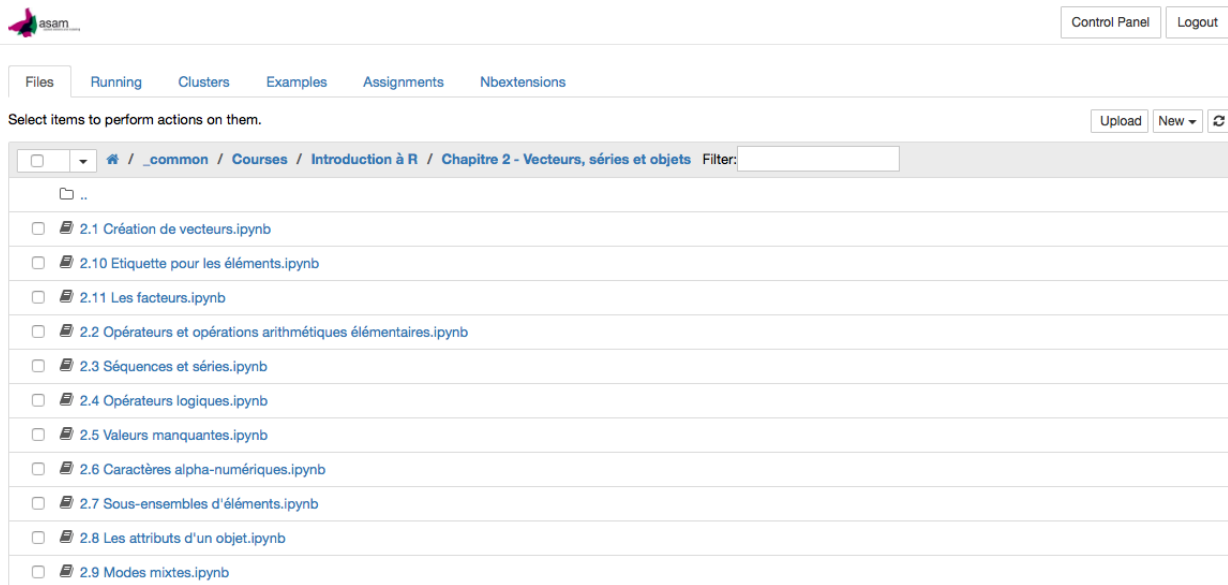
The screenshot shows the ASAM Jupyter interface with the file browser navigated to the `_common/Courses` directory. The breadcrumb path is `.. / _common / Courses`. The file list shows two folders: `..` and `Introduction à R`.

8. Ce cours est composé de huit chapitres comme le montre la capture d'écran suivante.



The screenshot shows the ASAM Jupyter interface with the file browser navigated to the `_common/Courses/Introduction à R` directory. The breadcrumb path is `.. / _common / Courses / Introduction à R`. The file list shows eight folders representing chapters: `..`, `Chapitre 1 - Premiers contacts`, `Chapitre 2 - Vecteurs, séries et objets`, `Chapitre 3 - Matrices et tableaux`, `Chapitre 4 - Importation et exportation de données`, `Chapitre 5 - Graphiques sur R`, `Chapitre 6 - Syntaxes et formules`, `Chapitre 7 - Savoir programmer avec R - Astuces`, and `Chapitre 8 - Analyses statistiques`.

9. Cliquer par exemple sur le répertoire du *Chapitre 2 - Vecteurs, séries et objets* et puis choisissez la leçon 2.8 *Les attributs d'un objet*.



asam... Control Panel Logout

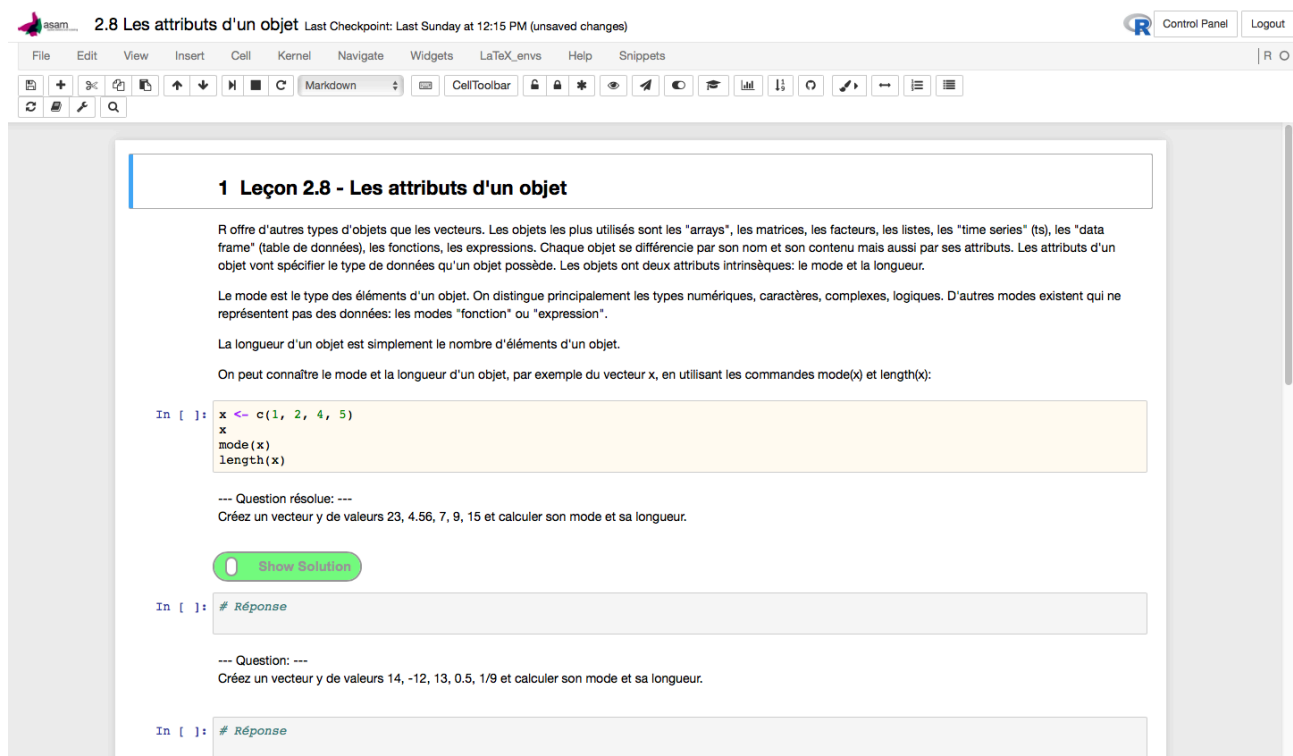
Files Running Clusters Examples Assignments Nbextensions

Select items to perform actions on them. Upload New ↻

..

- 2.1 Création de vecteurs.ipynb
- 2.10 Etiquette pour les éléments.ipynb
- 2.11 Les facteurs.ipynb
- 2.2 Opérateurs et opérations arithmétiques élémentaires.ipynb
- 2.3 Séquences et séries.ipynb
- 2.4 Opérateurs logiques.ipynb
- 2.5 Valeurs manquantes.ipynb
- 2.6 Caractères alpha-numériques.ipynb
- 2.7 Sous-ensembles d'éléments.ipynb
- 2.8 Les attributs d'un objet.ipynb
- 2.9 Modes mixtes.ipynb

10. Voici la leçon 2.8 du chapitre 2. Cliquer sur le bouton *Show solution* pour rendre visible la solution de l'exercice.



asam... 2.8 Les attributs d'un objet Last Checkpoint: Last Sunday at 12:15 PM (unsaved changes) Control Panel Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Navigate Widgets LaTeX_envs Help Snippets

1 Leçon 2.8 - Les attributs d'un objet

R offre d'autres types d'objets que les vecteurs. Les objets les plus utilisés sont les "arrays", les matrices, les facteurs, les listes, les "time series" (ts), les "data frame" (table de données), les fonctions, les expressions. Chaque objet se différencie par son nom et son contenu mais aussi par ses attributs. Les attributs d'un objet vont spécifier le type de données qu'un objet possède. Les objets ont deux attributs intrinsèques: le mode et la longueur.

Le mode est le type des éléments d'un objet. On distingue principalement les types numériques, caractères, complexes, logiques. D'autres modes existent qui ne représentent pas des données: les modes "fonction" ou "expression".

La longueur d'un objet est simplement le nombre d'éléments d'un objet.

On peut connaître le mode et la longueur d'un objet, par exemple du vecteur x , en utilisant les commandes `mode(x)` et `length(x)`:

```
In [ ]: x <- c(1, 2, 4, 5)
x
mode(x)
length(x)
```

--- Question résolue: ---
Créez un vecteur y de valeurs 23, 4.56, 7, 9, 15 et calculez son mode et sa longueur.

Show Solution

```
In [ ]: # Réponse
```

--- Question: ---
Créez un vecteur y de valeurs 14, -12, 13, 0.5, 1/9 et calculez son mode et sa longueur.

```
In [ ]: # Réponse
```

2.8 Les attributs d'un objet Last Checkpoint: Last Sunday at 12:15 PM (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Navigate Widgets LaTeX_envs Help Snippets

1 R Control Panel Logout

1 Leçon 2.8 - Les attributs d'un objet

R offre d'autres types d'objets que les vecteurs. Les objets les plus utilisés sont les "arrays", les matrices, les facteurs, les listes, les "time series" (ts), les "data frame" (table de données), les fonctions, les expressions. Chaque objet se différencie par son nom et son contenu mais aussi par ses attributs. Les attributs d'un objet vont spécifier le type de données qu'un objet possède. Les objets ont deux attributs intrinsèques: le mode et la longueur.

Le mode est le type des éléments d'un objet. On distingue principalement les types numériques, caractères, complexes, logiques. D'autres modes existent qui ne représentent pas des données: les modes "fonction" ou "expression".

La longueur d'un objet est simplement le nombre d'éléments d'un objet.

On peut connaître le mode et la longueur d'un objet, par exemple du vecteur x, en utilisant les commandes mode(x) et length(x):

```
In [ ]: x <- c(1, 2, 4, 5)
x
mode(x)
length(x)
```

--- Question résolue: ---
Créez un vecteur y de valeurs 23, 4.56, 7, 9, 15 et calculer son mode et sa longueur.

Hide Solution

```
In [ ]: y <- c(23, 4.56, 7, 9, 15)
mode(y)
length(y)
```

```
In [ ]: # Réponse
```

11. La sauvegarde du travail est bien envisageable et recommandée à tout moment. D'autre part, l'exécution du code R est faite en cliquant sur le bouton suivant:

2.8 Les attributs d'un objet Last Checkpoint: Last Sunday at 12:15 PM (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Navigate Widgets LaTeX_envs Help Snippets

1 R Control Panel Logout

1 Leçon 2.8 - Les attributs d'un objet

R offre d'autres types d'objets que les vecteurs. Les objets les plus utilisés sont les "arrays", les matrices, les facteurs, les listes, les "time series" (ts), les "data frame" (table de données), les fonctions, les expressions. Chaque objet se différencie par son nom et son contenu mais aussi par ses attributs. Les attributs d'un objet vont spécifier le type de données qu'un objet possède. Les objets ont deux attributs intrinsèques: le mode et la longueur.

Le mode est le type des éléments d'un objet. On distingue principalement les types numériques, caractères, complexes, logiques. D'autres modes existent qui ne représentent pas des données: les modes "fonction" ou "expression".

La longueur d'un objet est simplement le nombre d'éléments d'un objet.

On peut connaître le mode et la longueur d'un objet, par exemple du vecteur x, en utilisant les commandes mode(x) et length(x):

```
In [1]: x <- c(1, 2, 4, 5)
x
mode(x)
length(x)

1 2 4 5

'numeric'

4
```

Sauvegarde

Exécution du code

Bibliographie

- [1] J. M. CHAMBERS : Programming with data. a guide to the s language, lucent technologies. *Springer-Verlag New York*, 2000.
- [2] B. CHARLIER : Notes de cours, module a, enseignement et apprentissage. *Formation Didactic, Université de Fribourg*, 2016.
- [3] B. CHARLIER : Notes de cours, module b, évaluations des apprentissages. *Formation Didactic, Université de Fribourg*, 2016.
- [4] Y. COHEN et J. Y. COHEN : Statistics and data with r. an applied approach through examples. *John Wiley and Sons, Ltd.*, 2008.
- [5] P. DALGAARD : Introductory statistics with r, statistics and computing. *Springer-Verlag New York, Inc.*, 2002.
- [6] B. S. EVERITT : *An R and S-Plus Companion to Multivariate Analysis*. Springer texts in Statistics, Springer-Verlag London Limited, 2005.
- [7] A. F. Zuur ; E. N. IENO et E. H.W. G. MEESTERS : A beginner's guide to r, use r. *Springer*, 2009.
- [8] Thomas KLUYVER et AL. : Jupyter notebooks - a publishing format for reproducible computational workflows. *Positioning and Power in Academic Publishing : Players, Agents and Agendas, IOS Press Ebooks*, pages 87 – 90, 2016.
- [9] P. KUHNERT et B. VENABLES : An introduction to r : Software for statistical modelling & computing, course materials and exercises. *CSIRO Australia*, 2005.
- [10] P. MURRELL : R graphics. *Computer Science and Data Analysis Series, Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, LLC*, 2006.
- [11] Fernando PÉREZ et Brian E. GRANGER : IPython : a system for interactive scientific computing. *Computing in Science and Engineering*, 9(3):21–29, mai 2007. ISSN 1521-9615. URL <http://ipython.org>.
- [12] R CORE TEAM : *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.