

# Fiche de commande R

Adrien Taudiere

10 octobre 2015

*Version avancée*

## Table des matières

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Formalisme</b>                                       | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Terminal Linux</b>                                   | <b>1</b> |
| 2.1      | Naviguer dans ses dossiers . . . . .                    | 1        |
| 2.2      | Connaître et agir sur les fichiers . . . . .            | 2        |
| 2.3      | Connaître et agir sur les programmes . . . . .          | 2        |
| 2.4      | Connaître et agir sur sa machine . . . . .              | 2        |
| 2.5      | Connaître et agir sur le contenu des fichiers . . . . . | 2        |
| <b>3</b> | <b>Quelques fonctions utiles de 'dialogue' avec R</b>   | <b>2</b> |
| 3.1      | Répertoire de travail . . . . .                         | 2        |
| 3.2      | Aide et infos sur un élément . . . . .                  | 2        |
| 3.3      | Aide et infos sur une fonction . . . . .                | 2        |
| 3.4      | Objet . . . . .   | 2        |
| <b>4</b> | <b>Gestion de données</b>                               | <b>2</b> |
| 4.1      | input . . . . .   | 2        |
| 4.2      | information et gestion de données . . . . .             | 2        |
| 4.2.1    | sur le fichier . . . . .                                | 3        |
| 4.2.2    | sur un vecteur . . . . .                                | 3        |
| 4.2.3    | sur une matrice . . . . .                               | 3        |
| 4.2.4    | sur un dataframe (df) . . . . .                         | 3        |
| 4.2.5    | sur un facteur . . . . .                                | 3        |
| 4.2.6    | sur une liste . . . . .                                 | 3        |
| 4.2.7    | caractères . . . . .                                    | 4        |
| 4.3      | output . . . . .  | 4        |

|           |  |          |
|-----------|--|----------|
| <b>5</b>  | <b>Statistiques</b>                              | <b>4</b> |
| 5.1       | Stats descriptives . . . . .                     | 4        |
| 5.2       | Tests statistiques . . . . .                     | 4        |
| 5.3       | Modèles linéaires . . . . .                      | 4        |
| 5.4       | Tirage d'une distribution . . . . .              | 5        |
| <b>6</b>  | <b>Graphique</b>                                 | <b>5</b> |
| 6.1       | Généralité . . . . .                             | 5        |
| 6.2       | diagramme de dispersion . . . . .                | 5        |
| 6.3       | autres graphiques . . . . .                      | 5        |
| 6.4       | gestion des couleurs . . . . .                   | 5        |
| 6.5       | Personnalisation des graphiques . . . . .        | 6        |
| 6.6       | Galeries graphique sur internet . . . . .        | 6        |
| <b>7</b>  | <b>'Programmation'</b>                           | <b>6</b> |
| 7.1       | boucle . . . . .                                 | 6        |
| 7.2       | Création et gestion de fonction . . . . .        | 6        |
| 7.3       | Modèle nul . . . . .                             | 6        |
| 7.4       | Autres fonctions pour la programmation . . . . . | 6        |
| 7.5       | La famille apply . . . . .                       | 6        |
| 7.6       | Environnement, session et debuggage . . . . .    | 6        |
| 7.7       | Benchmarking et profiling . . . . .              | 7        |
| <b>8</b>  | <b>Calcul</b>                                    | <b>7</b> |
| <b>9</b>  | <b>Condition logique et sélection de données</b> | <b>7</b> |
| <b>10</b> | <b>Divers</b>                                    | <b>7</b> |
| <b>11</b> | <b>Packages</b>                                  | <b>7</b> |
| 11.1      | Gestion des packages . . . . .                   | 7        |
| 11.2      | ade4 . . . . .                                   | 7        |
| 11.2.1    | Analyses sur un tableau . . . . .                | 8        |
| 11.2.2    | Analyses sur deux tableaux . . . . .             | 8        |
| 11.2.3    | Analyses sur k tableaux . . . . .                | 8        |
| 11.3      | ape . . . . .                                    | 8        |
| 11.4      | FactoMineR . . . . .                             | 8        |
| 11.5      | picante . . . . .                                | 8        |
| 11.6      | spaa . . . . .                                   | 8        |
| 11.7      | Vegan . . . . .                                  | 8        |
| 11.8      | diversité fonctionnelle . . . . .                | 8        |
| 11.9      | Analyses spatiales . . . . .                     | 8        |
| 11.10     | dplyr . . . . .                                  | 8        |
| 11.11     | htmltools . . . . .                              | 8        |
| <b>12</b> | <b>Document de travail grâce à Knitr</b>         | <b>8</b> |

|           |                       |          |
|-----------|-----------------------|----------|
| <b>13</b> | <b>Liens internet</b> | <b>8</b> |
| 13.1      | En français . . . . . | 8        |
| 13.1.1    | Débutant . . . . .    | 8        |
| 13.1.2    | Avancées . . . . .    | 8        |
| 13.2      | En anglais . . . . .  | 8        |
| 13.2.1    | Débutant . . . . .    | 8        |
| 13.2.2    | Avancées . . . . .    | 8        |

## 1 Formalisme

**a** et **b** sont des matrices (**matrix** ()) pour 2 dimensions ou bien des **array** () pour plus de 2 dimensions)  
**X** et **Y** sont des vecteurs (**vector** ())  
**x** et **y** sont des nombres  
**liste** est une liste c'est à dire une groupe d'objet pouvant être différents (**list** ())  
**fact** est un facteur (**factor** ())  
**df** est un data.frame (liste d'éléments de même longueur ; **data.frame** ())  
| correspond à 'ou' dans R et dans cette fiche  
**m** est un modèle (linéaire par exemple)  
**obj** est un objet quelconques  
**T** = TRUE ; **F** = FALSE  
**élt** élément  
**ddl** degré de liberté  
**μ** moyenne

## 2 Terminal Linux

### 2.1 Naviguer dans ses dossiers

**cd** ouvrir un dossier  
**cd ..** retourner au dossier parent  
**ls** lister les fichiers du dossier. L'option -A permet de lister également les fichiers cachés, l'option -L donne plus d'information sur les fichiers.  
**PWD** connaître le dossier courant  
**mkdir** créer un nouveau dossier

## 2.2 Connaître et agir sur les fichiers

**rm** supprimer un fichier. Pour supprimer un dossier il faut utiliser l'option -R (pour récursive).  
**mv** déplacer un fichier  
**cp** copier un fichier. Pour copier un dossier il faut utiliser l'option -R  
**ln** créer un lien vers un fichier

## 2.3 Connaître et agir sur les programmes

**kill** *pid* tue le processus en donnant son *pid*. **xkill** tue le processus sur lequel vous cliquez avec la souris après cette commande.  
**htop** Liste l'ensemble des processus en cours  
./ Lancer un programme

## 2.4 Connaître et agir sur sa machine

**lscpu** et **hwloc -ls** Informe sur l'architecture de la machine

## 2.5 Connaître et agir sur le contenu des fichiers

**head** et **tail** donne les premières (dernières) ligne du fichier  
**wc** compte le nombre de mots/lignes (option -L)  
**cat** concaténer deux fichiers  
**grep** recherche de motif (*cf* aussi **sed** et **awk**)

# 3 Quelques fonctions utiles de 'dialogue' avec R

R contient plusieurs types d'objets qui appartiennent à des classes 3.4 et des modes 3.4 différents. Pour plus d'informations : le site [R advanced](#) d'Hadley Wickham.

## 3.1 Répertoire de travail

Le répertoire de travail est différent de les environnements 7.6 de R.  
**getwd** () demande le répertoire de travail actuel  
**setwd** ("/home/nomrépertoire") changement de répertoire de travail

## 3.2 Aide et infos sur un élément

? élément / **apropos** (élément) / ?? élément / **help.start** (browser="firefox") AIDE respectivement sur un élément connu *e.g.* une fonction (?mean) ou d'autres mots clé *e.g.* **?Syntax** donne l'aide de la syntaxe sous R, sur un élément ou une partie de l'élément (apropos cherche dans la liste de recherche de votre session actuelle, ?? cherche sur internet y compris dans des packages non activés sur votre session) et sur l'aide R web en générale  
??? Nécessite le package **sos**. Ouvre la liste de résultat d'une recherche très complète dans le navigateur. Voir aussi le site [documentation R](#), site très utile pour naviguer dans l'ensemble des fonctions disponibles sous R.

## 3.3 Aide et infos sur une fonction

**getAnywhere** (fonction) Recherche la fonction plus en profondeur dans le code que les points d'interrogation. Permet par exemple de retrouver des fonctions internes non documentées.

**args** (fonction) Liste les arguments d'une fonction. *cf* aussi

## 3.4 Objet

**class** (obj) donne la classe de l'objet obj. 5 classes principales : **vector**, **factor**, **matrix** (un seul type de colonne), **dataframe** (plusieurs types de colonne) et **list**.

**mode** (obj) donne le mode de l'objet obj. 5 modes principaux : "integer", **numeric**, **character**, **logical**, **complex** et **raw**.

**typeof** (obj) donne le mode de stockage interne de l'objet obj. Permet par exemple de différencier les nombres entiers (INTEGER) des nombres à virgules (DOUBLE) Pour connaître le mode de stockage de chaque colonne d'un dataframe : **sapply(obj, typeof)**

**str** (obj) donne la structure interne de l'objet obj de façon concise. Très utile dans le cas d'objet complexe

**attributes** (obj) donne les différentes structures de l'objet obj (*cf* aussi **str**())

**summary** (obj) résumé de l'objet selon sa classe

**head** (a, x) affiche les x premières lignes de la matrice

**tail** (a, x) affiche les x dernières lignes de la matrice

**rm** ("obj") efface l'objet OBJ

**rm** (list=ls()) nettoie toutes les variables

**methods** (class=class(obj)) Liste des méthodes qui concerne la classe de l'objet obj, cela permet de connaître facilement toutes les méthodes qui questionnent ou changent la classe d'un objet (respectivement via **methods(is)** et **methods(as)**)

**apropos** ("color") liste des objets et des fonctions comprenant le mot "color". **apropos** ("lm") liste les objets et fonctions commençant par "lm".

**attach** (a) l'objet ou l'ensemble d'objet ainsi attacher (ici la matrice a) est ajouté à la recherche de R lorsqu'il recherche une variable. Ainsi les objets peuvent être appelés en donnant leur noms (*e.g.* en donnant le nom d'une colonne de a on obtient directement la colonne plutôt qu'avoir à faire a\$nomcolonne). Peut causer de nombreux problèmes, préférer la fonction with.

**mget** (

# 4 Gestion de données

## 4.1 input

**read.table** ("nomdefichier", header=T or F, dec=".", sep="/t") ouvre le fichier, si le fichier contient des noms de colonne header=true, ici la décimale est donnée par une virgule et la séparation par une **tabulation** (dont le sigle est /t). Pour un **espace**, le sigle est //. On peut remplacer "nomfichier" par "clipboard" pour ouvrir le tableau copié dans le clipboard. Voir aussi les fonctions **read.csv** et **read.delim**.

**source** ("nomdefichier.text") importe et exécute les commandes contenues dans le fichier

## 4.2 information et gestion de données

**NA** Donnée manquantes (Not Available)

**is.na** (a) Demande si la matrice (ou un autre objet) contient des données manquantes (NA). **na.fail** (a) teste pour la présence de NA.

**na.omit** (X) / **na.exclude** (X) / **a[!is.na(a)]** supprime les informations manquantes (trois méthodes quasiment équivalentes, attention à vérifier le résultat de ces fonctions parfois capricieuses)

**identical** (obj1, obj2) Test si deux objets sont identiques

#### 4.2.1 sur le fichier

**nrow** (nomdefichier) nombre de lignes du fichier  
**ncol** (nomdefichier) nombre de colonnes du fichier  
**rownames** (a)<-rownames(b) on renomme les lignes de a comme les lignes de b  
**colnames** (a)<-colnames(b) on renomme les colonnes de a comme les colonnes de b  
**dim** (a) donne les dimensions du vecteur | d'une matrice  
**edit** (obj) ouvre le tableau du fichier, attention refermer avant de continuer (*cf* aussi **View(obj)** et **fix(obj)**)

#### 4.2.2 sur un vecteur

**X<-seq** (from=1, to=100, by=1) formation de vecteur allant de 1 à 100 avec un pas de 1  
**X<-seq** (from=1, to=100, length=100) formation de vecteur allant de 1 à 100 avec 100 valeurs/nombres équidistant(e)s  
**X<-c** (a, b, c, d) affecte les valeurs au vecteur X, **c** = concatener  
**Y<-c** (1 : 10) affecte valeurs entière de 1 à 10  
**Y[10]** affiche la dixième valeur du vecteur Y  
**Y<2** affiche true pour les valeur de Y <2 et false pour les autres  
**Y[Y<2]** affiche les valeurs de Y qui sont <2  
**is.vector** (Y) R répond si Y est un vecteur | non  
**a[1 :X,-y]** renvoie la matrice a avec les lignes de 1 à X et toutes les colonnes excepté la numéro y.  
**X[X==0]** indexation. Renvoie les valeurs de X pour X égale à 0. Pour X différent de 0, remplacer == par !=  
**X<-1^(0 : 5)** donne au vecteur X les valeurs 1^0, 1^1 ... 1^5  
**sort** (X, decreasing=T) ordonne les éléments de X (un vecteur ou un facteur), DECREASING permet de choisir le sens du tri  
**order** (a) donne les coordonnées du plus petit élément de a puis du deuxième, ect...  
**rev** (X) renverse les éléments du vecteur. Pour une matrice : **t(a)**  
**rank** (X) donne les rangs des éléments de X  
**diff** (X) différences entre les éléments consécutifs de X  
**is.numeric** () et **as.numeric** () demande ou change le vecteur en numérique. Attention à vérifier votre vecteur après l'utilisation de cette fonction qui modifie parfois les valeurs de vos données

**cut** (X, breaks=c(x,y)) divise le vecteur numérique en un facteur selon des points de coupure définient par l'argument breaks (ici pour les valeurs x et y).

#### 4.2.3 sur une matrice

**a<-as.matrix** (X) *cf* methode(as)  
**is.matrix** (a) Est ce que a est une matrice? Cf > methode(is)  
**a<-matrix** (y, nrow=5, ncol=2) transforme vecteur y en matrice a avec 5 lignes et 2 colonnes (le nombre de colonne est facultatif)  
**a[2,2]** affiche l'élément de a de ligne 2 et de colonne 2  
**a\$ nomcol1** affiche les éléments de a de la colonne nommé nomcol1, équivalent à **a[, nomcol1]=X**  
**a[,-1]** affiche toutes les colonnes de a sauf la colonne 1  
**a[c(-10;-22),]** affiche toutes les lignes sauf la ligne 10 et la ligne 23  
**b<- matrix**(0, nrow=3, ncol=2) création d'une matrice b à 3 lignes et 2 colonnes puis **b[,1]<-scan** () permet de saisir les valeurs de la colonne 1 de la matrice b, scan() peut également être utilisé seul  
**a[a[,3]==1,]** affiche les valeurs de a pour lesquelles la colonne 3 est égale à 1  
**t** (a) transpose la matrice a (lignes deviennent colonnes et réciproquement)  
**subset** (a, X!=0) donne une sous division de la matrice (ou d'un df) a pour laquelle la 1ère colonne est différente de 0; l'option SELECT permet de sélectionner les colonnes concernées.  
**diag** (x, nrow, ncol) donne une matrice de dimension nrow\*ncol diagonalisée par la valeur de x. **diag** (10) donne la matrice identité de dimension 10\*10.  
**a%\*%b** multiplication matricielle  
**eigen** (a) valeurs propres et vecteurs propres de la matrice a  
**sweep** (a, margin= 1, STATS = rowSums(a), FUN="/") divise (on peut modifier la fonction FUN) chaque valeur de la matrice a par la moyenne par ligne (on peut modifier rowSums par une autre fonction), margin donne la dimension (e.g. 1=ligne et 2= colonne) sur laquelle s'applique la fonction

#### 4.2.4 sur un dataframe (df)

**as.data.frame** (a) change la matrice a en un df *cf* > methode(as)  
**is.data.frame** (a) est ce que a est un df? *cf* > methode(is)  
**summary** (as.data.frame(a)) donne le résumé statistique (min, max, p...) par colonne  
**split** (df, fact) sépare df selon les modalités de fact  
**stack** (df) transforme un df à plusieurs colonnes en un df avec seulement 2 colonnes. Les valeurs du df obtenu correspond aux noms des variables dans le premier df. Essayez, c'est très simple. **unstack** est la fonction inverse.  
**with** (df, sum(X)) évalue une fonction à l'intérieur d'un data.frame. Permet de ne pas nommer en entier les noms des variables. Dans cette exemple on calcul la somme de la colonne nommée X dans le data.frame.

#### 4.2.5 sur un facteur

Rmq : Les facteurs sont codés en numériques.

**gl** (x, y) créer un vecteur à x niveaux (modalités) en répétant chaque niveau y fois.  
**as.factor** change un vecteur (de valeur quantitative) en un facteur (avec des catégories qualitatives)  
**nlevels** (fact) donne le nombre de modalités du facteur fact  
**levels** (fact) donne les modalités du facteur fact  
**table** (fact) retourne une table des valeurs. **table** (fact1, fact2) donne la matrice d'association entre les deux facteurs  
**ordered** (fact) transforme un facteur en facteur ordonné  
**as.integer** (fact) transforme le facteur en entier. Pour obliger des nombres à être entiers il faut faire **c(1L, 2L)** au lieu de **c(1,2)**.  
**as.numeric** (fact) transforme le facteur en numérique  
**split** (X,fact) sépare le vecteur X selon les modalités de fact  
**by** (X,fact,median) applique la fonction médiane par modalité fact sur le vecteur X (*cf* la fonction tapply)

#### 4.2.6 sur une liste

**list** (obj1,obj2) produit une liste avec les objets  
**as.list** (a) transforme la matrice a en une liste

**list[x]** extraction de la x<sup>ème</sup> valeur de la liste en commençant par la 1<sup>ère</sup> composante.  
**list[[x]]** extraction de la x<sup>ème</sup> composante de la liste.  
**list\$ nomcomp** extraction de la composante nomcomp de la liste  
**unlist (list)** transformation de la liste en vecteur

#### 4.2.7 caractères

**as.character (x)** change les éléments de x en caractères  
**nchar (X)** nombre de caractères des éléments de X  
**paste (X,Y)** concaténation des vecteurs de caractères  
**substr (X,2,3)** extraction des caractères 2 et 3 de X (élt par élt)

### 4.3 output

**save (nomdefichier)**  
**write.table (a, "C :\\ mat")** enregistre la matrice a sous le nom mat (peut ensuite être ouvert avec excel)  
**postscript ("C :\\ Rplot.eps", onefile=F)** sauvegarde les images que l'on appelle en format eps jusqu'à écrire **dev.off()** pour finir les sauvegardes  
**bmp (filename = "C :\\ Rplot.bmp", width = 480, height = 480, units = "px", pointsize = 12, bg = "white", restoreConsole = TRUE)** Sauvegarde une image en format bmp. On peut remplacer bmp par **jpeg ()**, **tiff ()** ou encore **png ()**

## 5 Statistiques

### 5.1 Stats descriptives

**sum (X)** somme des valeurs de la colonne 1 de la matrice a, à noter que ici X correspond à un vecteur Rmq : True=1, False=0 permet par exemple **sum(X.obs>X.permute)** où le résultat sera égale au nombre de fois où X.obs est supérieur au valeur du vecteur X.permute (*cf* permatswap). On peut également utiliser **rowSums (a)** et **colSums (a)**  
**cumsum (X)**, **cumprod (X)**, **cummin (X)**, **cummax (X)** somme, produit, minimum ou maximum cumulé du vecteur X  
**mean (X)** moyenne de X

**ave (X, fact)** moyenne de X par modalité de fact. *cf* **tapply** pour plus d'option de calcul par modalité  
**sd (X)** écart type de X  
**var (X)** variance de X  
**max (X)** valeur max de X pmax est la version vectorisée de max  
**min (X)** valeur min de X pmin est la version vectorisée de max  
**summary (X)** quartiles, médiane, moyenne et valeurs extrêmes du vecteur  
**length (X)** taille d'un vecteur  
**median (X)** médiane du vecteur X  
**quantile (X, probs=c(0.25, 0.5, 0.75, 1))** quantile déterminé par les probabilités de l'argument "probs". Ici, il s'agit de quantile  
**IQR (X)** écart interquartile de X  
**which.max (X) & which.min (X)** détermine la localisation *i.e.* l'indice, de la valeur maximale (ou minimale) du vecteur  
**diff (X)** donne les différences entre les valeurs d'un vecteurs qui se suivent

### 5.2 Tests statistiques

**Remarque :** Si je rejette H0, je la rejette avec un risque de p-value de me tromper (p-value< 5% -> je rejette H0 et p-value>5% je ne rejette pas H0)

**chisq.test (a)** **chisq.test(x, y)** test du chi2  
**shapiro.test (x)** test de shapiro teste la normalité d'un vecteur  
**ks.test (x)** test de Kolmogorov-Smirnov, H0 : X et Y sont des variables issues d'une même distribution continue.  
**var.test (x, y)** test bilatéral entre deux vecteurs : comparaison de 2 variances (test de Fisher et Snedecor)  
**bartlett.test ()** test d'homogénéité ou d'égalité des variances quand il y a + de 2 variances  
**t.test (X, Y, var.equal=T)** Comparaison de 2  $\mu$  éch indépendants (test de Student) = test paramétrique [condit° : X1 et X2 indépendantes, suivent loi Normale (shapiro.test) et que les variances soit égales(var.test)] ajout de var.equal= T or F  
**t.test (X, Y, var.equal=F, alternative = "less", "two.sided", "greater", paired=T)** Comparaison de 2  $\mu$  éch appariés (test de Student) = test paramétrique

[condit° : différences : X1 - X2 suit loi Normale]. Ici var.equal=F donc variance inégale donc correction de Welch automatique, alternative permet test bilatéral ou unilatéral, paired dit si les variables sont appariées et quand paired=T pas besoins de mettre de var.equal  
**wilcox.test (var.equal=F, alternative="less", "two.sided", "greater", paired=F)** Comparaison de 2  $\mu$  éch indépendant (test de Wilcoxon) = test non-paramétrique [condit° : X1 et X2 indépendantes], autres arguments *cf* **t.test**  
**wilcox.test (paired=T)** Comparaison de 2  $\mu$  éch appariés (test de Wilcoxon) = test non-paramétrique avec X1 et X2 appariés  
**cor.test (x, y, method="spearman" | "pearson" | "kendall", alternative= "less", "two.sided", "greater")** test la significativité du coefficient de corrélation [condition : linéarité + binomialité + obs. indépendantes], alternative *cf* **t.test**  
**cor (X, Y)** donne le coefficient de corrélation entre X et Y. **cor(df)** donne la matrice de corrélation entre les variables du dataframe df  
**kruskal.test ()** test anova non paramétrique; faire un modèle linéaire avant  
**anova (m)** test anova paramétrique , m : résultat de la fonction **lm !** [condit° : normalité des résidus, homogénéité des variances (barlett | student)]; faire **lm** avant, *puis* **summary (anova(m))** après le test anova pour afficher le tableau de sortie]

### 5.3 Modèles linéaires

**m<-lm (x~y)** donne un modèle linéaire **Y X1+X2** la valeur yi expliquée par x1i et x2i **Y X1\*X2 = Y X1+X2+X1 :X2** la valeur yi expliquée par x1i, x2i et l'interaction x1i\*x2i **Y X1%in%X2** la valeur yi expliquée par x1i nidé, imbriqué, dans x2i **Y | X2** la valeur yi expliquée par x1i conditionnellement à x2i **Y -1+X** la valeur yi expliquée par x1i sans moyenne générale (*i.e.* sans intercept) **Y I(X1+X2)** la valeur yi expliquée par x1i+x2i, I() permet d'écrire la formule arithmétique sans que R comprenne la même chose que Y X1+X2  
**bptest (m)** Breusch Pagan test H0 : homoscedasticité des variances des résidus (| des observations); library(lmtest)  
**hmctest (m)** Harrison-McCabe test H0 : les rési-

du suivent des lois normales de même variance; library(lmtest)

**dwtest** (m) Durbin Watson test H0 : indépendance des résidus (| des obs.); library(lmtest)

**shapiro.test** (m\$residuals) test de shapiro H0 : les résidus suivent des lois normales

y <-data.frame(temps=c(15, 19)) puis **predict** (m, newdata=y) on veut calculer les valeurs au temps t = 15 et au temps t = 19 à partir des données, donne les valeurs prédites de y suivant le modèle m

**summary** (m) donne estimation de a et b, écart-type, pvalue, du modèle linéaire et parfois  $R^2$ , [condit° : résidus indép et suivent N]

**m\$residuals** donne les résidus du modèle linéaire, on peut tester la normalité de ces résidus : **shapiro.test** (modèle linéaire\$residuals)

**AIC** (m) donne l'AIC d'un modèle calculé selon  $AIC = \text{déviance} + 2 \cdot np$  avec np le nombre de paramètres du modèle

**glm** (Y X1+X2, family="gaussian", "poisson", "binomial" ...) modèle linéaire généralisé

## 5.4 Tirage d'une distribution

Remarque : Toutes les fonctions commençant par r peuvent être utilisées en remplaçant la lettre r (Tirage aléatoire de x valeurs) par d (fonction de densité), p (fonction de probabilités cumulés) et q (valeur des quantiles). Il existe d'autres distributions dont : Poisson (**rpois**), Gamma (**rgamma**), Beta (**rbeta**), Student et Fischer-Snedecor si 2 ddl (**rt**), Uniform (**runif**), Wilcoxon (**rwilcox**), Logistique (**rlogis**), Lognormal (**rlnorm**)...

**rnorm** (x, 0, 1) donne x valeurs tirées au hasard d'une loi normale centrée réduite suivant  $\mu=0$  et  $\text{var}=1$

**rbinom** (x, 90, 0.5) donne x valeurs tirées au hasard d'une loi binomiale à 90 tirages (n) et une proba (p) de 0.5

**rchisq** (x, 5) donne x valeurs tirées au hasard d'une loi du  $\chi^2$  de ddl=5

**rexp** (x, rate=1) donne x valeurs tirées au hasard d'une loi exponentielle de taux 1

**sample** (X) permutation aléatoire des éléments du vecteur x. L'argument REPLACE permet de choisir un tirage avec ou sans remise.

**jitter** (X) rajoute du bruit à une variable

# 6 Graphique

## 6.1 Généralité

**layout** (a) divise la page graphique selon la matrice a en donnant des poids de taille aux col (widths) et aux lignes (heights) puis **layout.show** (layout(a))

**save.image** () sauvegarde une image

**jpeg** (filename = "mongraphique.jpg", width = 480, height = 480, units = "px", res = NA, quality = 75) puis **plot** () puis **points** () puis **dev.off** () enregistre le graphique sous le nom choisi; quality est en pourcentage de qualité (75% par défaut)

**X11**() ouvre une nouvelle fenêtre graphique

**locator** () donne les coordonnées des points sur lesquels vous cliquez sur un graphique

## 6.2 diagramme de dispersion

**plot** (X ~Y, option cf plus bas) affiche le diagramme de dispersion de X en fonction de la Y

**points** (abscisse, ordonnée) pour rajouter des points sur un même graphique

**lines** (X ~Y) rajoute une ligne sur le graphique courant

**abline** (h=x) ajoute sur la fenêtre graphique une ligne horizontale (v=x pour une ligne verticale) d'ordonnée x

**abline** (a=3, b=2) ajoute sur la fenêtre graphique une ligne d'équation  $y=ax+b$  ici  $y=3x+2$

**abline** (m) ajoute la droite de régression du modèle linéaire

**polygones** (X, Y) rajoute des polygones sur le graphique courant

**segments** (X0, Y0, X1, Y1) rajoute sur le graphique courant des segments entre les points de coordonnées (X0, Y0) et (X1, Y1)

**legend** (x, y, legend="ma légende") rajoute une légende sur le graphique courant

**text** (coord x, coord y, "point moyen") nommer un point | mettre un mot sur le graphique

**symbol** (X, Y) rajoute des symboles sur le graphique courant

**matplot** (a,b) plot des colonnes de a en fonction des colonnes de b

**coplot** (Y X1 | X2) plot de y en fonction de X1 conditionnellement à X2

**pairs** (a) représente chaque combinaison de variable issue de la matrice a.

## 6.3 autres graphiques

**boxplot** (x) boîtes à moustaches (médiane, quartiles, limites de la distribution sans les outliers (dépend de la variance), valeurs dans les choux)

**barplot** (a, besides=T, add=T) si besides =T : barre cumulée; add=T : ajout au précédent plot

**dotchart** (X) Cleveland dotchart, alternative au barplot

**hist** (X, col=#'6 caractères et 2 chiffres d'opacité de 0 à 99', xlim=c(2, 5), ylim=(15, 17), add=T, br=10, freq=F) donne l'histogramme d'un vecteur de couleur choisie sur l'intervalle choisie, add=T signifie que l'on ajoute le diagramme sur celui déjà existant, br (break) donne le nombre de séparations à représenter sur l'histogramme (ici 10, par défaut utilise la formule de Sturges pour calculer le nombre de classes), freq=F pour obtenir les fréquences relatives plutôt que les fréquences absolues

**plot.3D** () représentation tri-variées, peut également être représenté par la fonction plot normale en définissant la taille des points proportionnelle à la troisième variable (cex=var3 ou cex=log(var3))

**mosaicplot** (a) graphique en mosaïque, très utile pour représenter des tables de contingence

## 6.4 gestion des couleurs

**rainbow** (x) donne x valeurs de couleurs dans l'arc en ciel

**heat.colors** (x) donne x valeurs de couleurs chaudes

**cm.colors** (x) donne x valeurs de couleurs froides

**rgb** (0,0,1,0.5) donne une couleur avec le premier chiffre (entre 0 et 1) donne la quantité de rouge, le deuxième la quantité de vert, le troisième de bleu et le dernier donne l'opacité. Ici il s'agit d'un bleu moyennement transparent

**colors** () liste des couleurs : '6 caractères et 2 chiffres d'opacité de 0 à 99'

**grep** ("blue", colors(), value=T) liste de toutes les couleurs comportant le terme blue

**tclvalue** (tcl('tk\_choseColor')) permet de sélectionner le code d'une couleur via le gestionnaire Windows

**vec2col** (fact, x, nopalette) pour un facteur fact, attribue le nombre x de couleur de la palette (<http://colorbrewer2.org>); package **MSG**

## 6.5 Personnalisation des graphiques

Pour connaître la plupart des paramètres graphiques : taper **?par**.

**par()** renvoie la liste de tous les paramètres. **oldpar <- par()** : sauvegarde le paramétrage courant dans la variable **oldpar**, **par(cex = oldpar\$cex)** rétablit le paramètre **cex** à la valeur précédemment sauvegardée dans **oldpar**.

**lty = 1, 2 ...** type de ligne (continue, pointillée ...)

**pch = 1, 2, “\*”, ...** type de point

**type = l, p, b, n** trace des lignes (l), des points (p), les deux (b pour both) ou rien (n pour none)

**par** (mfrow = c(2, 3)) divise en 2 lignes et 3 colonnes la fenêtre de l’histogramme

**cex** = 0.8 multiplie par 0.8 la taille (des polices, des points ...) de la figure

**col = "blue" / bg = "blue" / col.main = "blue" / col.lab = "blue"** couleur (ici bleu) du symbole (col), du remplissage (bg), du titre (col.main) et des titres des axes (col.lab)

**xlim = c(x,y) / ylim = c(x,y)** contraint les valeurs limites du graphique, utile dans le cas d’ajout successif de graphiques sur une même figure

**main** = titre **xlab** = labx **ylab** = laby titre respectivement du graphique, de l’axe des x et de l’axe des y

**las = 0; 1; 2 ou 3** donne le style de l’étiquette par rapport à l’axe (0 : parallèle ; 1 : horizontal ; 2 : perpendiculaire ; 3 : vertical)

**lwd = x** largeur du trait

**mar = c(bottom, left, top, right)** définit la taille des marges

**grid** (x,y) rajoute une grille avec x rectangles sur axes des x et y sur l’axe des y.

## 6.6 Galeries graphique sur internet

[Galerie de graphiques](#) par packages (pour 90 packages)

[R graphical Manual](#) : galerie très (trop ?) complète

# 7 ‘Programmation’

## 7.1 boucle

**for (i in 1 : x) { commandes }** formation d’une boucle de pas 1 qui va de 1 au nombre x et qui applique les com-

mandes à chaque boucle

**res <- vector(NA, x) for (i in 1 : x) {res[i] <- f(x) }** stockage résultats à chaque tour de boucle dans le vecteur **res**. Notez l’initialisation du vecteur **res** à la bonne taille qui permet de gagner en performance.

**breaks** stoppe une boucle (for ou while)

**next** passe à la prochaine itération d’une boucle (for ou while)

**foreach** (i in 1 : x) %do% f(x[i]) boucle plus rapide que la boucle FOR. Utiliser %dopar% pour la version parallélisée de la boucle

## 7.2 Création et gestion de fonction

Les arguments de fonction sont cherchés d’abord par un match exacte du nom, puis par un match partiel et enfin par la position.

**nomf° <- function (ech.1, ech.2) { x<-mean(ech.1) - mean(ech.2) return(x) }** Fabriquer une fonction

**if** (condition) {action1} **else** {action2} si la condition est respectée->action1 sinon ->action 2

**ifelse** (test, “oui”, “non”) Version vectorisée de IF fait un test renvoie la première valeur si test vrai (ici “oui”) et deuxième valeur si test faux (ici “non”)

**while** (condition) {commandes} boucle la commande tant que la condition est vraie

**repeat {commandes}** boucle infinie

**body** (f) donne le corps de la fonction f

**formals** (f) donne les arguments de la fonction f

**environment** (f) donne l’environnement de la fonction f

**do.call** (f, listargs) Applique la fonction f avec les arguments listés dans listargs

## 7.3 Modèle nul

**permatswap** (a, times =100) création de 100 matrices aléatoires. Pour contrôler les sommes des lignes et/ou des colonnes : **fixedmar**=(“none”, “rows”, “columns”, “both”). Attention il existe plusieurs méthodes de randomisation (swap, quasiswap, tswap) cf ?permat ; package **Vegan**

**sample** (X, size = y, prob=Y) tirage de y éléments dans le vecteur X selon le vecteur de probabilité Y

## 7.4 Autres fonctions pour la programmation

**parse** (“text”) transforme un texte en une expression qui n’est pas évaluée

**deparse** (“text”) transforme une expression en texte

**eval** (expr, envir=data) évalue l’expression dans un environnement (ici l’environnement data, souvent un sous forme de dataframe) e.g. **eval(parse(“text”))** évalue une expression ayant été transformé en texte

## 7.5 La famille apply

cf package **dplyr** pour des fonctions plus performantes.

**tapply** (X, fact, mean) on coupe le vecteur X en autant de morceaux que de valeurs que prend le vecteur fact et on demande une stat (ici la µ) par groupe

**apply** (a, 1, mean) moyenne des lignes (remplacer 1 par 2 pour les colonnes) de la matrice a

**lapply** (liste, mean) application de la fonction (ici la moyenne) à chaque composante de la liste df[] <- lapply(liste, mean) stocke les résultats dans le dataframe df

**apply(a, 1, function(x) tapply(x, fact, var) )** applique la fonction x (ici variance pour chaque groupe définis par le facteur fact) aux lignes de la matrice a (remplacer 1 par 2 pour les colonnes)

**sapply** identique à lapply mais retourne un vecteur ou une matrice plutôt qu’une liste. cf aussi les fonctions **mapply** et **vapply**

## 7.6 Environnement, session et debuggage

Environnement particulier : **globalenv** (), **baseenv** (), **emptyenv** ()

**search** () Liste les environnements dans l’ordre de parenté.

**ls** (env) liste objet de l’environnement ENV. **ls.str** (env) liste les structures de l’environnement ENV

**ls** (pat=“e”) donne la liste des objets qui comportent la lettre e (“^e” -> donne les objets qui commencent par e) **ls()** donne la liste des objets stockés

**gc** () collecte des déchets (“garbage collector”)

**sessionInfo** () liste les informations sur la session en cours



**traceback** () donne la séquence de commandes qui a amené à la dernière erreur

**new.env** (parent=**baseenv** ()) définit un nouvelle environnement dont le parent est l'environnement de base

**parent.env** (env) donne le parent de l'environnement ENV

## 7.7 Benchmarking et profiling

**Sys.getpid** () pour obtenir l'identité du processus R en cours

**ptm** <- **proc.time**() ; f(x) ; **proc.time** () - **ptm** calcul le temps mis par la fonction f(x) pour s'exécuter. Une alternative : **system.time**(f(x))

**microbenchmark** (f1 = functionOne(x,y), f2 = functionTwo(x,y)) Package **microbenchmark** . Mesure le temps de calcul de plusieurs fonctions (ici functionOne et functionTwo même sur des fonctions très rapides (plusieurs permutations)).

**mem\_used** () donne la mémoire utilisé. **mem\_change** (f(X)) donne le changement de mémoire dû à la fonction f(x).

**object\_size** (obj) taille de l'objet

**tracemem** (obj) marque un objet pour qu'un message apparaisse à chaque fois que l'objet est copié en interne.

**Rprof** (nomfichier) puis f(x) puis summaryRprof("nomfichier") cf aussi le package lineprof avec un outils de visualisation.

## 8 Calcul

**sqrt** (x) racine de x

$x \wedge y$  x à la puissance y

**log** (x, base=y) logarithme de x à la base y

**scale** (X) centrage-réduction des éléments de X. Pour seulement centrer ou réduire, utiliser scale=F ou center=F

**solve** (a, X) résoud les équations  $a \cdot x = X$  avec X un vecteur ou une matrice et a une matrice carré d'un système linéaire

**round** (x, 3) arrondi le nbre x de 3 chiffres après la virgule

## 9 Condition logique et sélection de données

**rep** (c(TRUE, FALSE),50) répète 50 fois TRUE et FALSE, on peut aussi utiliser rep() avec des nombres bien entendu

**table** [a[,3]==1] donne le nombre de ligne où a[,3] est bien égale à 1 (TRUE) et le nombre de FALSE

**&** ET logique

**|** (alt-gr 6) OU logique

**xor** OU exclusif

**which** (x==0) donne un vecteur TRUE-FALSE de même longueur que x avec TRUE quand l'élément de x est égale à 0

**which.max** (X) donne le numéro de ligne pour laquelle la valeur de la col 1 de la matrice a est maximale

**a[which.max(X)]** donne la ligne entière pour laquelle la valeur de la col 1 de la matrice a est maximale

**which** (Y==1 & b[,1] > median(b[,1])) donne les lignes pour lesquelles la 2ème col = 1 et la valeur de la 1ère col est sup à sa médiane

## 10 Divers

**rbind** (X, Y) et **cbind** ((X, Y)) fusionne les deux vecteurs en une matrice à 2 lignes (ou 2 colonnes) ; peut s'appliquer avec une matrice

**levels** (a\$attr) donne les attributs de la variables attr de la matrice a

**q()** sortir de R

**NULL** vierge

**#** après un dièse on peut ajouter un commentaire dans le script. Toutes les lettres après ce signe seront ignorées par R

**!** non

**!=** différent

**unique** (a) supprime les éléments dupliqués

**colnames(a) %in% names(X)** donne l'intersection entre les deux vecteurs de noms. Utile par exemple pour sélectionner la partie de la matrice a qui correspond au nom du vecteur x : **a[colnames(a) %in% names(X)]**

**drop** (a) réduit les dimensions inutiles d'une matrice ou d'un array (matrice à n dimensions)

**replicate** (x, f) retourne une liste (simplifié si SIMPLIFY=TRUE) des résultats de la fonction F lancé x fois.

## 11 Packages

De nombreuses TASK VIEW permettent de connaître les packages disponibles par thème. Par exemple en phylogénie & écologie, cf la [task view](#) PHYLOGENETICS du CRAN.

### 11.1 Gestion des packages

**install.packages** ("package") installe le package à partir du cran ou d'un autre dépôt (argument *repos*)

**library** ("package") charge le package "package" préalablement installé

**require** ("package") test si le package "package" peut être chargé, à utiliser en interne dans les fonctions

**update.packages** ("package") met à jour les packages installés

**remove.packages** ("package") supprime les packages installés

**installed.packages** ("package") liste les packages installés

**updateR** (F, T, T, F, T, F, T) nécessite le package **installr**, permet une mise à jour de R en gardant les packages de l'ancienne version de R. [Plus d'infos](#).

**revdep\_check** () possible de résumer avec **revdep\_check\_summary** .

**nompkg** : : nomfunction Appelle la fonction **nompkg** du package **nompkg**. En particulier utile pour les fonctions cachées (*e.g.* **PLOT.DATA.FRAME** du package **STATS**). **nompkg** : : : nomfunction va chercher aussi les fonctions cachées du package (celle qui ne sont pas exportées dans le **NAMESPACE**)

### 11.2 ade4

**table.value** (a) représentation graphique des valeurs de la matrice (très utile pour visualiser une matrice de distance)

**s.value** ()

**dist.binary** (a) indice de similarité (*e.g.* Jaccard). Attention, pour jaccard l'indice n'est pas le même que celui calculé avec **vegdist** (calcul strict dans **vegan**, on retrouve

la même chose qu'à la main) à cause d'une transformation. Cependant les deux similarités sont strictement proportionnelles (relation non linéaire).

### 11.2.1 Analyses sur un tableau

**dudi.pca** (a) ACP  
**dudi.coa** (a) AFC  
**dudi.acm** (a) AFCM  
**dudi.hillsmith** (a) / **dudi.mix** (a) analyse d'un tableau à la fois quantitatif et qualitatif (dudi.mix est une généralisation de dudi.hillsmith)  
**dudi.nsc** (a) analyse non symétrique de correspondance  
**discrimin** (obj.dudi, fac)

### 11.2.2 Analyses sur deux tableaux

### 11.2.3 Analyses sur k tableaux

## 11.3 ape

## 11.4 FactoMineR

**PCA** pour voir les résultats : **PCA (a) <-res** puis appeler **res**  
**names** (res)  
**res\$eig** valeurs propres  
**res\$var** cos2, coord et contribution des axes  
**res\$ind** idem pour les individus

## 11.5 picante

**raoD** indice de Rao  
**pd** ()  
**ses.pd** ()

## 11.6 spaa

**plotnetwork**

## 11.7 Vegan

**diversity** () indice de diversité traditionnel  
**taxondive** () indice de diversité taxonomique  
**vegdist** () indice de similarité (Jaccard)  
**permatswap** modèle nul

## 11.8 diversité fonctionnelle

Package **FD** / Package **cati**  
**trophdiv** () div. fonctionnelle pour un trait  
**ERED** () div. fonctionnelle pour plusieurs traits

## 11.9 Analyses spatiales

Package **sp** / Package **OpenStreetMap** / Package **ade4** / Package **GeoXp**

## 11.10 dplyr

cf la [fiche synthétique](#) de dplyr pour plus d'information.

**data\_frame** (cbind(X,Y))  
**as.tbl\_df** (df)  
**arrange** (tbl\_df, nomcol1)  
**filter** (tbl\_df, nomcol1 == y & nomcol5 >= nomcol3)  
**group\_by** (tbl\_df, nomcol2)  
**select**  
**summarise**  
**glimpse**  
%>% Package magrittr. Équivalent d'un PIPE sous R. Injecte le résultat de droite en tant que premier argument de la fonction suivante pour n'importe quelle fonction dans R.

## 11.11 htmltools

**tag** créer une définition pour html 5, e.g. tagList  
**tagList** () liste traduite en html pour incorporation dans document markdown par exemple

## 12 Document de travail grâce à Knitr

[Knitr](#) est un package permettant de réaliser des documents hybride mêlant du texte en format latex (ou markdown) et des zones de code R (et les résultats associés y compris les figures).

## 13 Liens internet

### 13.1 En français

#### 13.1.1 Débutant

[guide d'Emmanuel Paradis](#) (2005)  
[Cours d'Emmanuel Paradis](#), plusieurs documents de cours de stats et de R par Emmanuel Paradis (en français et en anglais)  
[Aide mémoires](#), sites très complet par Aymeric Duclert  
[Tutoriels](#) sur le logiciel R par François Huchon le développeur du package FactoMineR  
[Site collaboratif](#) de partage de scripts, de codes et d'astuces

#### 13.1.2 Avancées

[Utilisation avancée de R avec Rstudio](#), créer de la documentation et des packages avec Rstudio, Eric Marcon (2014)  
[Cours de programmation sous R](#), nombreux cours et liens utiles par Ricco Rakotomalala  
[Petit Manuel de S4](#), guide sur la classe S4 par Christophe Genolini

### 13.2 En anglais

#### 13.2.1 Débutant

[documentation R](#), site très utile pour naviguer dans l'ensemble des fonctions disponibles sous R.  
[Style guide](#), guide de style pour le langage R, Hadley Wickham  
[carte de référence](#) assez complète par Matt Baggett (2012)  
[le cran](#), la base! A voir plus particulièrement : [Import/export de données](#) ; [liste de documents sur cran](#)  
[Un site](#) assez complet sur le langage R par Robert I. Kabacoff  
[Initiations](#) de stats sous R par Olivier Flores  
[Les couleurs sous R](#)  
[Un blog](#) entièrement consacré à R  
[Site pour chercher des infos sur R](#) par Jonathan Baron

#### 13.2.2 Avancées

[guide](#) à la création d'un package, Hadley Wickham  
[Programming in R](#) par Thomas Girke



# Index

$\wedge$ , 7  
:::, 7  
::, 7  
:, 3  
==, 3  
???, 2  
??, 2  
?Syntax, 2  
?, 2  
#, 7  
\$, 3  
%>%, 8  
%in%, 7  
&, 7  
|, 7  
  
a[1 :X,-y], 3  
a[2,2], 3  
a%\*%b, 3  
abline, 5  
ade4, 8  
AIC, 5  
anova, 4  
apply, 6  
apropos, 2  
args, 2  
arrange, 8  
array, 1  
as.character, 4  
as.data.frame, 3  
as.factor, 3  
as.integer, 3  
as.list, 3  
as.matrix, 3  
as.numeric, 3  
as.tbl\_df, 8  
attach, 2  
attributes, 2  
ave, 4  
  
barplot, 5  
bartlett.test, 4  
baseenv, 6, 7  
bg, 6  
  
bmp, 4  
body, 6  
boxplot, 5  
bptest, 4  
breaks, 6  
by, 3  
  
c, 3  
cati, 8  
cbind, 7  
cex, 6  
character, 2  
chisq.test, 4  
class, 2  
cm.colors, 5  
col.lab, 6  
col.main, 6  
col, 6  
colnames, 3  
colors, 5  
colSums, 4  
complex, 2  
coplot, 5  
cor.test, 4  
cor, 4  
cummax, 4  
cummin, 4  
cumprod, 4  
cumsum, 4  
cut, 3  
  
data.frame, 1  
data\_frame, 8  
dataframe, 2  
deparse, 6  
dev.off(), 4  
dev.off, 5  
diag, 3  
diff, 3, 4  
dim, 3  
discrimin, 8  
dist.binary, 7  
diversity, 8  
do.call, 6  
  
dotchart, 5  
dplyr, 6  
drop, 7  
dudi.acm, 8  
dudi.coa, 8  
dudi.hillsmith, 8  
dudi.mix, 8  
dudi.nsc, 8  
dudi.pca, 8  
dwtest, 5  
  
edit, 3  
eigen, 3  
else, 6  
emptyenv, 6  
environment, 6  
ERED, 8  
eval, 6  
  
factor, 1, 2  
FD, 8  
filter, 8  
fix(obj), 3  
for, 6  
foreach, 6  
formals, 6  
function, 6  
  
gc, 6  
GeoXp, 8  
getAnywhere, 2  
getwd, 2  
gl, 3  
glimpse, 8  
glm, 5  
globalenv, 6  
grep, 5  
grid, 6  
group\_by, 8  
  
head, 2  
heat.colors, 5  
help.start, 2  
hist, 5  
  
hmctest, 4  
  
identical, 2  
if, 6  
ifelse, 6  
install.packages, 7  
installed.packages, 7  
IQR, 4  
is.data.frame, 3  
is.matrix, 3  
is.na, 2  
is.numeric, 3  
is.vector, 3  
  
jitter, 5  
jpeg, 4, 5  
  
kruskal.test, 4  
ks.test, 4  
  
L, 3  
lapply, 6  
las, 6  
layout.show, 5  
layout, 5  
legend, 5  
length, 4  
levels, 3, 7  
library, 7  
lines, 5  
list[[x]], 4  
list[x], 4  
list\$, 4  
list, 1–3  
lm, 4  
locator, 5  
log, 7  
logical, 2  
ls.str, 6  
ls, 6  
lty, 6  
lwd, 6  
  
m\$residuals, 5  
  
main, 6  
mar, 6  
matplot, 5  
matrix, 1–3  
max, 4  
mean, 4  
median, 4  
mem\_change, 7  
mem\_used, 7  
methods, 2  
mget, 2  
microbenchmark, 7  
min, 4  
mode, 2  
mosaicplot, 5  
MSG, 5  
  
na.exclude, 2  
na.fail, 2  
na.omit, 2  
NA, 2  
names, 8  
nchar, 4  
ncol, 3  
new.env, 7  
next, 6  
nlevels, 3  
nrow, 3  
NULL, 7  
numeric, 2  
  
object\_size, 7  
OpenStreetMap, 8  
order, 3  
ordered, 3  
  
pairs, 5  
par(), 6  
par, 6  
parent.env, 7  
parse, 6  
paste, 4  
PCA, 8  
pch, 6

pd, 8  
permatswap, 6, 8  
plot.3D, 5  
plot, 5  
plotnetwork, 8  
png, 4  
points, 5  
polygons, 5  
postscript, 4  
predict, 5  
proc.time(), 7  
proc.time, 7  
  
q(), 7  
quantile, 4  
  
rainbow, 5  
rank, 3  
raoD, 8  
raw, 2  
rbeta, 5  
rbind, 7  
rbinom, 5  
rchisq, 5  
read.csv, 2  
read.delim, 2  
read.table, 2  
remove.packages, 7  
rep, 7  
repeat, 6  
replicate, 7  
require, 7  
rev, 3  
revdep\_check\_summary, 7  
revdep\_check, 7  
rexp, 5  
rgamma, 5  
rgb, 5  
rlnorm, 5  
rlogis, 5  
rm, 2  
rnorm, 5  
round, 7  
rownames, 3  
rowSums, 4  
rpois, 5

Rprof, 7  
rt, 5  
runif, 5  
rwilcox, 5  
  
s.value, 7  
sample, 5, 6  
sapply, 6  
save.image, 5  
save, 4  
scale, 7  
scan, 3  
sd, 4  
search, 6  
segments, 5  
select, 8  
seq, 3  
ses.pd, 8  
sessionInfo, 6  
setwd, 2  
shapiro.test, 4, 5  
solve, 7  
sort, 3  
sos, 2  
source, 2  
sp, 8  
split, 3  
sqrt, 7  
stack, 3  
str, 2  
subset, 3  
substr, 4  
sum, 4  
summarise, 8  
summary, 2–5  
sweep, 3  
symbol, 5  
Sys.getpid, 7  
  
t(a), 3  
t.test, 4  
t, 3  
table.value, 7  
table, 3, 7  
tag, 8  
tagList, 8

tail, 2  
tapply, 6  
taxondive, 8  
tclvalue, 5  
text, 5  
tiff, 4  
traceback, 7  
tracemem, 7  
trophdiv, 8  
type, 6  
typeof, 2  
  
unique, 7  
unlist, 4  
unstack, 3  
update.packages, 7  
updateR, 7  
  
var.test, 4  
var, 4  
vec2col, 5  
vector, 1, 2  
Vegan, 6  
vegdist, 8  
View(obj), 3  
  
which.max, 4, 7  
which.min, 4  
which, 7  
while, 6  
wilcox.test, 4  
with, 3  
write.table, 4  
  
X11(), 5  
X[X==0], 3  
xlab, 6  
xlim, 6  
xor, 7  
  
Y[10], 3  
Y[Y<2], 3  
Y<2, 3  
ylab, 6  
ylim, 6