

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE
INFORMATIQUE

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

NATIONAL ADVANCED SCHOOL OF
ENGINEERING

DEPARTMENT OF COMPUTER
ENGINEERING



RAPPORT DE STAGE PRÉ-INGÉNIEUR

THÈME :

Calcul des indicateurs d'un découpage
d'une concession forestière

Par

KAMNO TAGNE EUNICE MANUELA

Sous la supervision de :

**PR VIVIEN ROSSI, CHERCHEUR CIRAD
ING. YANNICK SIMO, INGENIEUR TLISOFT**

25 NOVEMBRE 2020

REMERCIEMENTS

Je remercie premièrement le Dieu Tout-Puissant pour la Santé , l'esprit de Travail et la grace qu'il m'a accordé pendant ce stage au sein du CIRAD (Centre Internationale de Recherche pour l'Agronomie et le Developpement).

Ce travail est le couronnement de plusieurs mois d'effort sans relâche avec l'appui et le soutiens de plusieurs personnes que je tiens à remercier ici vivement.

Mes remerciements s'adressent prioritairement à mes encadreurs de stage, Prof. Vivien ROSSI et Ing. Yannick SIMO pour avoir accepté de m'encadrer pendant ces moments , pour leur disponibilité et leurs judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion .

Un merci particulié a Prof Thomas BOUETOU BOUETOU, Chef de département du GENIE INFORMATIQUE, pour tous les conseils et pour m'avoir permis de faire ce stage.

Un merci aussi a tout les enseignants de l'Ecole Nationale Supérieur Polytechnique de Yaoundé en particulier ceux du Genie Informatique.

Je remercie naturellement mes parents, Mr et Mme TAGNE, Mr et Mme TCHAPDA, pour l'amour, les conseils, l'éducation, les énormes sacrifices, la pression, l'encouragement qu'ils m'ont donnés.

Un grand merci aussi a mes frères et soeurs : Audrey TAGNE epse SIMO, joyce TAGNE, Ezechiél TAGNE, Esaie TAGNE, Josué TCHAPDA, Madeleine TCHAPDA, Emmanuella TCHAPDA, David-Israel TCHAPDA, Eunice-Eliora SIMO et Yannis-Lewis SIMO pour leurs soutient et leurs encouragements qui m'ont été d'une grande aide.

Un merci particulié a L'ing Hulerich TEMGOUA pour sa présence permanente, son soutien, ses encouragements, sa confiance qui m'ont été d'une grande aide dans mes motivations.

Merci à mes amis : Lea Viviane KAMBAFA, Leslie Lucynda GANOUBONG, Arnold FOKOU, l'ing. Jodel FOKOU, Marina NDOUMBE, Nadia LONLA, Carmelle Laeticia NGO KOBNOM.

Merci a mes petits freres de la promotion : Amael BOGNE, simon BIEN BIEN, Hugo SONDI.

Merci a mes voisins et amis de la cité des amis : Jovial SIYAPSE, Cyrille TOTOUM, Hugo SONDI, Nick TEDONZE.

Merci a mon collegue et ami Nick Joffreïn TEDONZE.

A tout mes amis de promotion en particulier ceux du Genie Informatique pour leurs motivations directes et indirectes.

Merci à tous mes camarades et à tous ceux que je n'ai pas cités.

A tous et à chacun merci et merci encore pour tout l'amour manifesté.

ABRÉVIATIONS

Acronymes	Significations
CIRAD	Centre International de Recherche en Agronomie pour le Developpement
P3FAC	Partenariat Public Privé pour gerer durablement les Forets d’Afrique Centrale

RÉSUMÉ

Du 03 Aout 2020 au 03 Octobre 2020, dans le cadre de notre stage pré-ingénieur, effectué au sein du CIRAD, nous avons effectué un stage qui s'est déroulé en 2 phases. La première phase s'est effectuée en 2 semaines et avait pour objectif la prise en main de R et de son environnement. La deuxième phase consistait à effectuer des calculs sur le découpage d'une concession forestière. La problématique à laquelle nous avons été soumis était celle de pouvoir alléger la tâche fastidieuse des aménagistes pour l'élaboration du plan d'aménagement de la concession forestière. Nous détaillerons dans ce document les étapes d'élaboration de ce module ainsi que les outils utilisés pour sa réalisation.

Mots-clés : CIRAD, Plan d'aménagement, Aménagistes, Concession forestière

TABLE DES MATIÈRES

	Page No
Abréviations	ii
Table des figures	vi
INTRODUCTION GÉNÉRALE	vii
Contexte	vii
Problématique	viii
1 PRÉSENTATION DU CIRAD	1
1.1 Historique et Emplacement	2
1.1.1 Historique	2
1.1.2 Emplacement	2
1.2 Mission	2
1.3 Organisation de CIRAD-CAMEROUN	3
1.4 LE CIRAD-CAMEROUN et l'Extérieur	3
1.4.1 Partenaires	3
1.5 Secteurs d'Activités	4
2 ÉTAT DE L'ART	5
2.1 REVUE DE LITTERATURE	6
2.1.1 Clarification des termes et du titre	6
2.1.2 Historique de l'aménagement des forêts du Cameroun	6
2.2 Solution logicielle existante	7
2.2.1 TIAMA	7
2.2.2 Approche possible de conception de la solution	9
3 PROPOSITION D'UNE SOLUTION	11
3.1 Conception	12

3.1.1	Diagramme de cas d'utilisations	12
3.1.2	Diagramme de séquences systèmes	13
3.2	Développement	14
3.3	Présentation de la solution	15
3.3.1	Visualisation d'un découpage prédéterminé	15
3.3.2	Calcul des stocks exploitables	17
3.3.3	Calcul des volumes exploitables	20
3.3.4	Difficultés rencontrées	21
	Conclusion	23
	Bibliographie	24

TABLE DES FIGURES

FIGURE	Page No
2.1 Interface d'accueil	8
2.2 menu principal de TIAMA	8
2.3 Interface de création des projets	8
3.1 Diagramme de cas d'utilisations	12
3.2 Diagramme de séquence système	13
3.3 Diagramme de séquence système	13
3.4 Diagramme de séquence système	14
3.5 Rstudio logo	14
3.6 Shiny logo	15
3.7 Carte d'un découpage d'une concession	16
3.8 importation des feuilles	18
3.9 Exemple de quelques extractions faites	19
3.10 calcul du stock pour le groupe 1	19
3.11 Tableau des indicateurs	21

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le projet P3FAC développe ses activités dans 5 pays d'Afrique centrale : le Cameroun, le Congo, le Gabon, la RCA et la RDC. Sur les 160 millions d'hectares de forêt qui couvrent l'ensemble de ces pays, 18,9 millions étaient aménagés en 2011-2012, soit 55% de la superficie attribuée dans 4 pays. De plus, l'Afrique centrale abriterait 10% de la biodiversité mondiale. C'est dans le cadre de ce projet que le CIRAD s'est lancé dans le développement d'un logiciel appelé DAFSEC constitué de plusieurs modules avec pour but de faciliter la mise en place d'un plan d'aménagement effectué par les aménagistes afin de permettre l'exploitation des ressources forestières de manière durable. Notre travail sera centré sur le développement de l'un des modules de ce logiciel qui consiste à faire le calcul des indicateurs d'une concession forestière.

Contexte

Les aménagistes forestiers sont chargés d'exploiter une concession forestière de façon durable, c'est-à-dire de façon à ce que la ressource forestière soit renouvelée. Pour cela, ils établissent un plan d'aménagement qui comporte deux étapes :

- 1^{ère} étape : La classification des espèces de la concession en 5 groupes, réductibles en 3 groupes pour des besoins de simplicité :

1. Le groupe 1, des espèces à exploiter prioritairement ;
2. Le groupe 2, des espèces à exploiter, mais à priorité moindre ;
3. Le groupe 3, des espèces non exploitées.

- 2^{ème} étape : La subdivision de la concession en 6 blocs d'exploitation, puis de chacun des blocs en 5 assiettes annuelles de coupe. Cette étape a pour objectif de répartir la concession, de façon équitable au niveau des ressources exploitables, en 30 parties. Chacune de ces parties sera exploitée pendant une année, lui laissant un temps de 29 ans pour se régénérer de façon à ce qu'elle soit exploitable de nouveau.

Problematique

Actuellement les aménagistes effectuent manuellement, avec des macros Excel indépendantes ou avec Access, les calculs nécessaires à l'élaboration d'un plan d'aménagement d'une concession, respectant le code forestier camerounais. Cette élaboration est faite en partie par tâtonnement, en effet, l'aménagiste répète plusieurs fois les mêmes calculs en modifiant les valeurs de quelques paramètres. Il sera question pour nous de leur alléger la tâche en développant un module automatisant et coordonnant tous les calculs ; Ce qui simplifiera la partie fastidieuse de l'élaboration des plans d'aménagement et améliorera leur fiabilité.

PRÉSENTATION DU CIRAD

Dans ce chapitre, nous allons examiner l'entreprise dans laquelle nous avons effectué notre stage. Nous allons parler de son histoire, comment et quand elle a été fondé, ce qu'elle produit, son emplacement, entre autres.

Contents

2.1	REVUE DE LITTERATURE	6
2.1.1	Clarification des termes et du titre	6
2.1.2	Historique de l'aménagement des forets du Cameroun	6
2.2	Solution logicielle existante	7
2.2.1	TIAMA	7
2.2.2	Approche possible de conception de la solution	9

1.1 Historique et Emplacement

1.1.1 Historique

Le CIRAD est un organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes. Le CIRAD est un epic placé sous la double tutelle du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, et du ministère de l'Europe et des affaires étrangères.

En appui au développement agricole du Cameroun et à la gestion durable de ses ressources environnementales, le Cirad intervient à travers une vingtaine de projets de recherche, conçus et mis en œuvre avec des partenaires nationaux (SNRA), régionaux et internationaux. Ces institutions accueillent en leurs murs, à Yaoundé, près d'une dizaine de chercheurs du Cirad qui contribuent à former de jeunes chercheurs camerounais et de la sous-région (15 à 20 thésards et étudiants de master 2 par an). Dans ce cadre, le Cirad concentre ses efforts sur deux dispositifs de recherche et d'enseignement en partenariat (DP) sur les forêts d'Afrique centrale et les systèmes agroforestiers du Cameroun. A cette activité, s'ajoutent, chaque année, des dizaines de missions d'appui aux projets de recherche et de formation, mais aussi de développement, à la demande de divers projets, ministères techniques et groupes agro-industriels. Enfin, le Cameroun est le pays qui accueille la direction régionale du Cirad pour l'Afrique centrale (site commun Cirad-IRD).

1.1.2 Emplacement

Le siège social du CIRAD se situe à Yaoundé a la Rue J. Elig Essono Balla

E-mail :

BP 2572, Yaoundé

Tel : + 237 22 21 25 41

Fax : + 237 22 20 29 69

Site web : afrique-centrale.cirad.fr

1.2 Mission

Avec ses partenaires du Sud, le Cirad produit et transmet de nouvelles connaissances pour accompagner l'innovation et le développement agricole. Il met son expertise scientifique et institutionnelle au service des politiques publiques de ces pays et des débats internationaux

sur les grands enjeux de l'agriculture. Il apporte son soutien à la diplomatie scientifique de la France.

1.3 Organisation de CIRAD-CAMEROUN

1. Directeur régional : DENIS DEPOMMIER.
2. Chercheurs affectés aux partenaires du CIRAD :
3. * David Cros
4. * Philippe Guizol
5. * Syndhia Mathe
6. * Stollian Fayolle
7. * Vivien Rossi
8. * Charles Blancher
9. * Jean-Michel Harmand

1.4 LE CIRAD-CAMEROUN et l'Extérieur

1.4.1 Partenaires

1. Ministères, Organismes de recherche et de développement et Ministère de la recherche scientifique et de l'innovation (MINRESI)
2. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)
3. Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA)
4. Commission des Forêts d'Afrique Centrale / Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (COMIFAC/PFBC)
5. Université de Dschang (UDS) dont la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA)
6. Université de N'Gaoundéré (UN) dont l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI)
7. Université de Yaoundé 1 (UY1) dont Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) et l'Ecole Normale Supérieure (ENS)
8. Université de Yaoundé 2 (UY2)

9. Center for International Forestry Research (CIFOR)
10. World Agroforestry Centre (ICRAF)
11. International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
12. Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON)
13. Plantations Haut Penja (PHP)
14. Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (OAPI)
15. Dispositifs de recherche et d'enseignement en partenariat (DP), Réseau de Recherche sur les Forêts d'Afrique Centrale (R2FAC). l'IRAD et L'université de Yaoundé I en sont membres fondateurs de ce réseau régional
16. Agroforesterie Cameroun

1.5 Secteurs d'Activités

Les activités du CIRAD relèvent des sciences du vivant, des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur appliquées à l'agriculture, à l'alimentation, à l'environnement et à la gestion des territoires. Il travaille autour de grandes thématiques telles que la sécurité alimentaire, le changement climatique, la gestion des ressources naturelles, la réduction des inégalités et la lutte contre la pauvreté. Les principaux domaines d'intervention du Cirad en Afrique centrale sont essentiellement focalisés sur la gestion durable des ressources naturelles et sur l'amélioration des agro-écosystèmes cultivés. Elles portent par exemple sur :

1. Sécurité alimentaire
2. Amélioration des systèmes agroforestiers à base de cultures pérennes
3. Gestion raisonnée des socio-écosystèmes forestiers plantés et naturels du bassin du Congo
4. Systèmes cotonniers et durabilité des agro-écosystèmes en zone de savane
5. Amélioration des systèmes bananiers et plantains
6. Intensification écologique des systèmes aquacoles terrestres

ÉTAT DE L'ART

Pour mener à bien le déroulement de notre travail qui consiste à développer un module permettant de faire le calcul des indicateurs d'un découpage d'une concession forestière, nous avons commencé comme dans toute démarche scientifique rigoureuse par une étude de l'existant. Elle consistera à répertorier et étudier tout les logiciels et outils qui permettent de résoudre notre problème, les technologies utilisées, et d'effectuer une comparaison. Dans ce document, nous examinerons les différentes technologies, applications qui ont attirées notre attention tout au long de notre investigation.

Contents

3.1	Conception	12
3.1.1	Diagramme de cas d'utilisations	12
3.1.2	Diagramme de séquences systèmes	13
3.2	Développement	14
3.3	Présentation de la solution	15
3.3.1	Visualisation d'un découpage prédéterminé	15
3.3.2	Calcul des stocks exploitables	17
3.3.3	Calcul des volumes exploitables	20
3.3.4	Difficultés rencontrées	21

2.1 REVUE DE LITTERATURE

2.1.1 Clarification des termes et du titre

Amenagement forestier

En foresterie, l'aménagement forestier est la planification rationnelle de la gestion d'un massif forestier ou idéalement de parcelles homogènes ou cohérentes (dite « unité de gestion » pour le FSC) du point de vue biogéographique.

Plan d'Amenagement forestier

Le plan d'aménagement forestier contient la description de la forêt ainsi qu'une liste des travaux suggérés pour la mise en valeur de la propriété.

Amenagiste

Personne responsable de l'aménagement des forêts.

Concession forestiere

Locution juridique issue du Code forestier pour définir et encadrer la pratique ancienne consistant pour le propriétaire d'une forêt à donner à un tiers une autorisation de l'exploiter en totalité ou en partie, et ce pendant une durée déterminée par contrat.

2.1.2 Historique de l'aménagement des forêts du Cameroun

La forêt du Cameroun est le deuxième massif forestier le plus important d'Afrique après celui de la République Démocratique du Congo (RDC). Soit environ 22,5 millions d'hectares. Elle occupe le cinquième rang africain du point de vue de la diversité biologique. Depuis 15 ans, le Cameroun s'est engagé dans une démarche très sérieuse vers l'exploitation responsable, la préservation de la biodiversité et la transformation locale. Ainsi le régime des licences a été remplacé par celui des unités forestières d'aménagement (UFA) attribuées pour 30 ans. Ce qui permet aux entreprises bénéficiaires de faire des investissements plus lourds et de participer à la gestion durable. L'exploitation forestière des UFA est basée sur le principe d'un prélèvement sélectif : chaque année, la coupe ne doit pas excéder un trentième de la surface boisée de l'UFA, et l'exploitant est tenu de sélectionner les arbres à couper en fonction d'un diamètre minimum du tronc. Ce diamètre minimum varie en fonction des espèces d'arbres. À côté du régime des UFA, le gouvernement a également mis

en place le régime des forêts communautaires et les forêts communales pour permettre aux communautés villageoises d'exploiter elles-mêmes les forêts qui sont sur leur territoire. Cette exploitation, qui se fait souvent en partenariat avec des entreprises privées, donne néanmoins lieu à beaucoup de dérives. Tous les régimes reposent sur la validation du plan d'aménagement après inventaire. De manière globale, cela a permis d'améliorer la gestion de la forêt au Cameroun avec notamment la certification de très nombreux exploitants (FSC, OLB, TLTV) avec ce qu'elle implique comme contraintes dans la traçabilité du bois et les investissements à consentir sur le plan social interne (au bénéfice des employés) et externe (au bénéfice des villages riverains).

2.2 Solution logicielle existante

2.2.1 TIAMA

Développé depuis plus de 20 ans, le logiciel TIAMA est un outil de traitement de données d'inventaire appliqué à la modélisation des plans d'aménagement. Il a été construit par le projet de gestion durable des forêts du Cameroun financé par la coopération canadienne. Les données de l'inventaire d'aménagement sont directement chargées dans le logiciel qui effectue ensuite les traitements nécessaires pour le calcul de la reconstitution après exploitation et détermine la possibilité sur un minimum de vingt essences qui constituent au moins soixante-quinze pour cent du volume initial des essences principales.

Description du logiciel TIAMA

Le logiciel TIAMA a été développé dans le but d'aider les aménagistes à effectuer les aménagements forestiers. Du fait qu'il a été développé depuis près de 20 ans, la problématique et l'environnement dans lequel il avait été développé n'ont plus d'actualité à cause des multiples changements. Rappelons que le but de notre travail est de permettre l'exploitation optimale de la ressource forestière ; c'est à dire exploiter les ressources forestières de telle sorte qu'elles puissent se régénérer au fil des années.

Environnement d'utilisation

Ce logiciel a été conçu pour fonctionner uniquement sur les environnements Windows 95/97/NT. Windows 95/97/NT est une base de données Microsoft Access. À la base, le logiciel avait été conçu pour un système particulier, il convient que pour l'utiliser il faut avoir au préalable ce système installé et tous les outils qui vont avec.

Caractéristiques

Ce logiciel permet de :

- Calcul des possibilités
- Traitement des données
- etc...

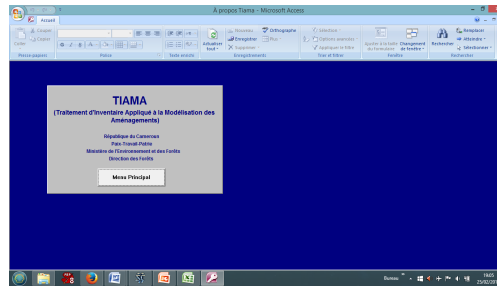


FIGURE 2.1. interface d'accueil

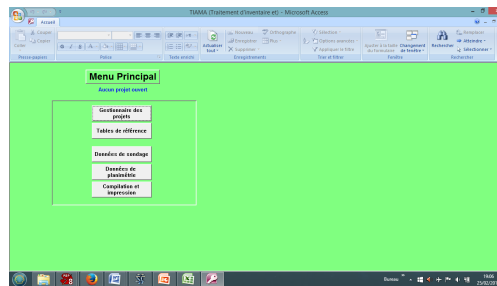


FIGURE 2.2. menu principal de TIAMA

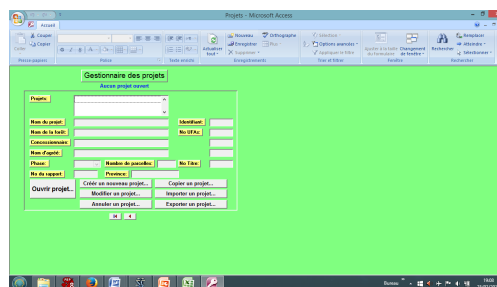


FIGURE 2.3. Interface de creation des projets

Inconvénients

- Les données sont insérés dans le logiciel par saisie ce qui est très fastidieux pour les utilisateurs et peut entrainer beaucoup d'erreurs.
- Pas évolutif : Il faut posséder une vieille version de windows pour pouvoir l'utiliser.
- Lié au deploiement : Puisqu'il fonctionne uniquement sur les versions windows 95/97/NT, et que ces versions de windows sont assez dépassés et ne sont pas mis a jour, il seras compliqué de déployer une telle solution car la compatibilité n'y sera pas avec nos systemes actuels.
- Problème lié a l'utilisation :
 - La multiplicité des données insérée par l'utilisateur
 - Un long temps de compilation
 - Une prise en main complexe

2.2.2 Approche possible de conception de la solution

Pour venir en complement du travail qui avait été effectué il ya plus de 20ans, il est approprié pour nous de mettre sur pied un outil qui vas simplifier la partie fastidieuse du travail des aménagistes qui est manuelle jusqu'ici, en automatisant leurs calculs. Ce qui permettra de réduire le taux d'erreur commis par les aménagistes et faciliteras l'exploitation optimale des ressources forestières.

PROPOSITION D'UNE SOLUTION

Dans ce chapitre, nous allons vous présenter le déroulement de la mise en œuvre de notre solution en passant par une phase de conception, puis le développement (les outils , technologies utilisées) et le présentation de la solution obtenue.

3.1 Conception

3.1.1 Diagramme de cas d'utilisations

Pour notre module, nous avons uniquement 3 cas d'utilisations a savoir :

- Visualiser la carte dela concession
- Afficher le tableau des indicateurs du groupe 1
- Afficher le tableau des indicateurs du groupe 2

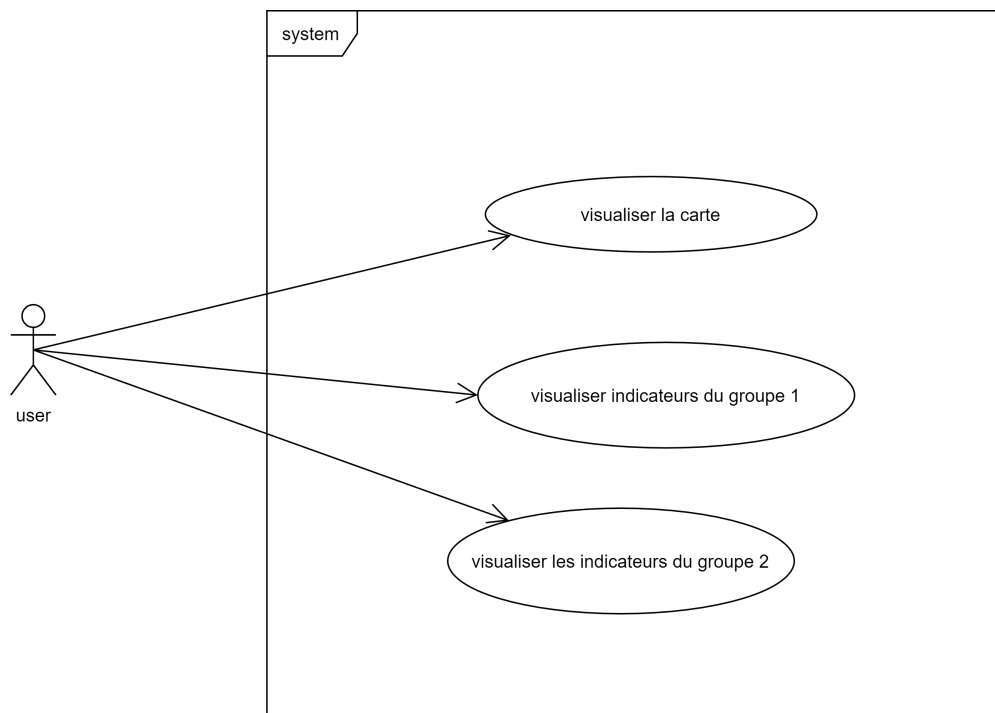


FIGURE 3.1. Diagramme de cas d'utilisations

3.1.2 Diagramme de séquences systèmes

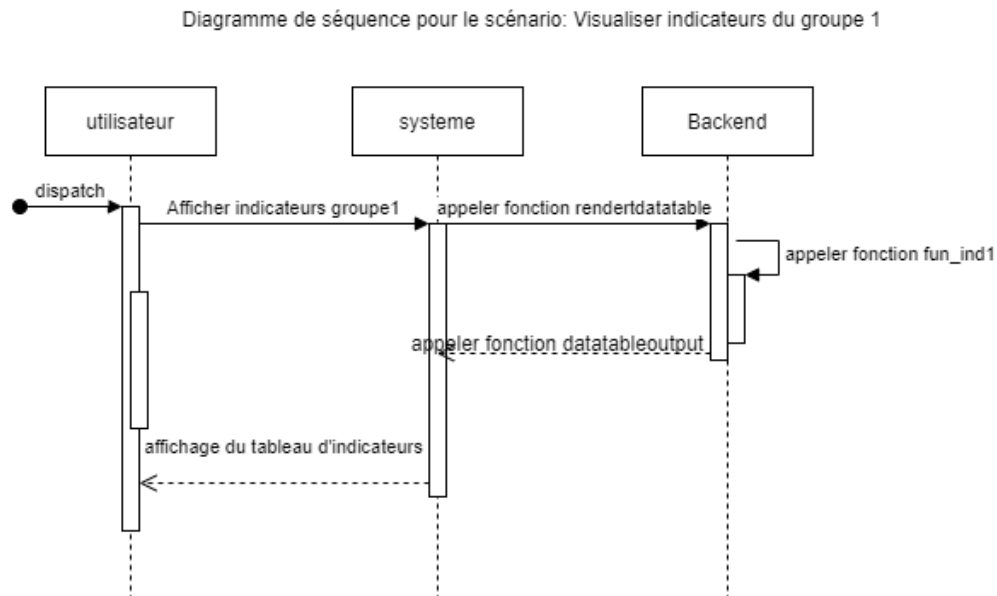


FIGURE 3.2. Diagramme de séquence système pour les indicateurs du groupe 1

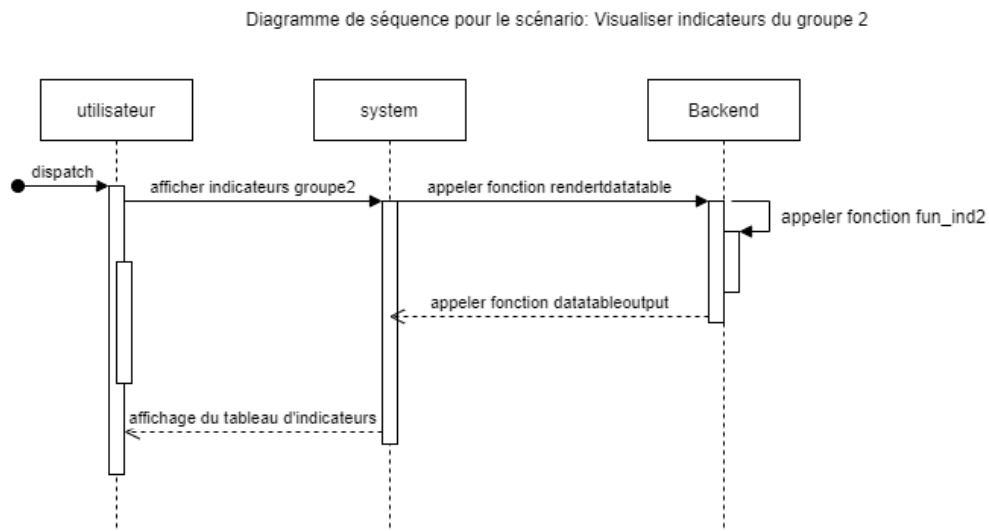


FIGURE 3.3. Diagramme de séquence pour les indicateurs du groupe 2

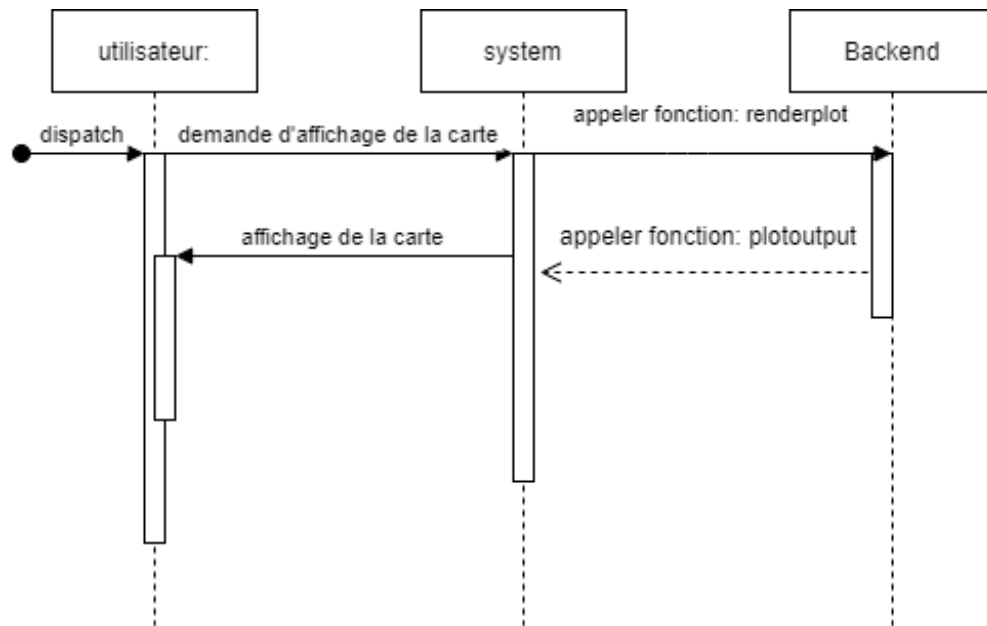


FIGURE 3.4. Diagramme de séquence pour la carte

3.2 Développement

Notre module a été développé en R à l'aide du Framework Shiny. Les outils utilisés sont :

1. Environnement de développement intégré : Rstudio est l'environnement de développement qui a été imposé pour le développement de ce module car le socle de l'application a été fait avec lui.



FIGURE 3.5. Rstudio logo

2. Framework : Shiny est une librairie qui permet de gérer le rendu graphique des applications.



FIGURE 3.6. Shiny logo

3.3 Présentation de la solution

Notre module de calcul des indicateurs développé en langage R avec l'appui de la librairie Shiny a pour but d'automatiser les calculs des aménagistes et de simplifier leur tâches fastidieuses. Le développement de ce module s'est fait à l'aide de la mise en place des différents algorithmes qui ont permis de faire les calculs de manière automatique. Les 2 algorithmes permettent d'effectuer le calcul du stock et du volume exploitable par parcelle d'inventaire. La mise en place de cette solution s'est faite en 2 étapes à savoir :

1. La visualisation sur une interface de type cartographique un découpage prédéterminé d'une concession forestière.
2. Le calcul des stocks et des volumes exploitables par parcelle d'inventaire à partir d'un découpage prédéterminé et d'une classification d'espèces prédéterminées

3.3.1 Visualisation d'un découpage prédéterminé

Les données de la carte de la concession à afficher étaient enregistrées sous forme de shapefiles. Un shapefile c'est un format de données vectorielles géospatiales pour les logiciels de système d'information géographique. C'est un format de stockage vectoriel numérique pour stocker l'emplacement géométrique et les informations d'attributs associées. L'enjeu principal ici était de pouvoir importer les shapefiles de la carte et de l'afficher une fois réunis. Pour effectuer cette tâche, nous avons dû répertorier les packages qui devaient nous servir.

Package utilisés

1. librairie : sf
2. librairie : sp
3. librairie : ggplot2
4. librairie : DT
5. librairie : rgdal

Après l'importation de ces shapefiles, il fallait les manipuler, cest a dire les afficher en un morceau et coller les morceaux afin d'avoir le visuel d'une carte normale. Cela c'est fait par la fonction "rbind" qui a permis de concatener tout les shapefiles et de l'afficher en un seule morceau ce qui a donné droit au visuel de notre carte.

carte de la concession

Tableau des indicateurs Groupe 1

Tableau des indicateurs Groupe 2

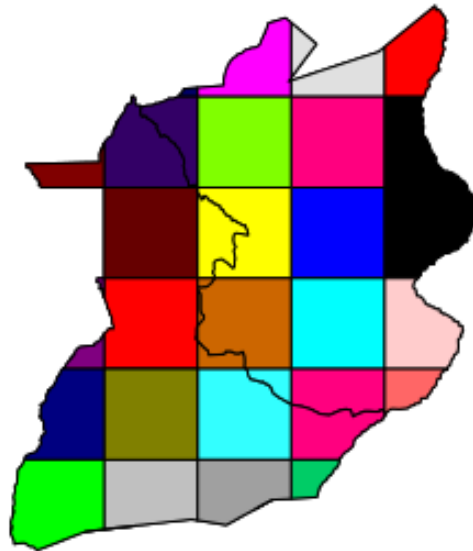


FIGURE 3.7. Carte d'un découpage d'une concession

3.3.2 Calcul des stocks exploitables

Dans cette partie, nous avons effectué le calcul du stock exploitable proprement dit. Le stock est vu dans notre cas ici comme le nombre d'arbres présents dans une parcelle. Pour effectuer ce calcul, il était question pour nous de manipuler directement les données d'inventaire fournies par les aménagistes et stockées dans des fichiers excel. Dans un 1er temps l'enjeu était de savoir importer ce fichier excel totalement sous forme de dataframe et de manière rapide car il comportait plusieurs feuilles et ensuite de pouvoir extraire les informations qui devaient nous aider dans notre calcul. L'avantage pour nous c'est que nous avons plusieurs packages de R a notre disposition ;

Packages utilisés

Les différents packages qui nous ont servis à faire le calcul du stock sont les suivants :

1. librairie : `readxl` Ce package permet d'importer des fichiers Excel dans R. Prend en charge '.xls' via la bibliothèque C intégrée 'libxls'. Fonctionne sur Windows, Mac et Linux sans dépendances externes.
2. librairie : `here` Ce package permet de construire des chemins vers les fichiers de votre projet. La fonction 'here ()' du package 'here' utilise une heuristique raisonnable pour trouver les fichiers du projet, en fonction du répertoire de travail actuel au moment du chargement du package.
3. librairie : `dplyr` Ce package est Un outil rapide et cohérent pour travailler avec des trames de données comme des objets, à la fois en mémoire et hors de la mémoire.
4. librairie : `tree` Arbres de classification et de régression.
5. librairie : `MASS` Fonctions et ensembles de données pour supporter Venables et Ripley, "Modern Applied Statistics with S" (4e édition, 2002).
6. librairie : `datasets` Ensemble de données de base R.
7. librairie : `tidyverse` Le package «tidyverse» est un ensemble de packages qui fonctionnent en harmonie car ils partagent des représentations de données communes et une conception «API». Ce package est conçu pour faciliter l'installation et le chargement de plusieurs packages «tidyverse» en une seule étape.

Calcul du stock

Après avoir présenté les différents packages qui nous ont aidé, nous allons présenter l'algorithme que nous avons fait pour résoudre le problème. Dans un premier temps, il

faudrait savoir que toutes les feuilles excel du fichier d'inventaire ne nous ont pas servis. Nous avons extrait uniquement les feuilles utiles en fonction de notre problème de la manière suivante :

```
#lecture le fichier excel bd2 contenant les 4 feuilles et stocker chaque feuille dans un dataf
bd2 <- read_excel("bd2.xls")
nom_feuille <- excel_sheets("bd2.xls")
nb_sheets <- length(nom_feuille)

for (name in nom_feuille) {
  name2 <- paste0("sheet_",name)
  data <- read_excel(here::here("./", "bd2.xls"),sheet = name)
  data$sheet <- name
  assign(name2,data)
}
```

FIGURE 3.8. importation des feuilles

Puisqu'il est question de calculer le stock exploitable, le terme exploitable ici se caractérise par l'appartenance au groupe 1 qui est le groupe des espèces à exploiter majoritairement ou le groupe 2 qui est le groupe des espèces à exploiter mais de priorité moindre et aussi appartenir au top 50 des espèces à exploiter. Le groupe 3 est le groupe des espèces non exploitables. A cause de cette contrainte, on doit pouvoir obtenir le stock exploitable en fonction du groupe d'appartenance de l'espèce en question. Après l'importation des feuilles sous forme de data frame, nous avons effectué les différentes manipulations des données sur ces data frames, à savoir : l'extraction de certaines lignes et de certaines colonnes de chaque data frame et la concaténation des sous dataframes obtenus pour donner un dataframe beaucoup plus petit et ne contenant que les informations utiles.

```

#extraction des sous dataframes dans les differents dataframes importés
a1 <- subset(sheet_Tiges,"Top 50" == "1" | Groupe == "1",select = - c(Nom_sp,LigneNo,Strate,sheet))
a2 <- subset(sheet_Tiges,"Top 50" == "1" | Groupe == "2",select = - c(Nom_sp,LigneNo,Strate,sheet))
b <- subset(sheet_Parcelles, select = - c(UC,Layon,'NA'_Parcelle',Strate,sheet)) #sous dataframe de parcelle
c1 <- subset(sheet_Essences,"Top 50" == TRUE & `Groupe essence` == "1", select = c("Code_sp","Top 50","Dme/adm","Groupe essence","Formule-
c2 <- subset(sheet_Essences,"Top 50" == TRUE & `Groupe essence` == "2", select = c("Code_sp","Top 50","Dme/adm","Groupe essence","Formule-
x1 <- merge(a1,b, by="Code_champ", all.x=TRUE , all.y=TRUE) #merge de a1 et b
x2 <- merge(a2,b, by="Code_champ", all.x=TRUE , all.y=TRUE) #merge de a2 et b
unique_x1 <- unique(x1)
unique_x2 <- unique(x2)
length(which(unique_x1[,1] == "103001"))
r <- unique_x1%>% group_by(Code_champ) %>% summarise_if(is.numeric, sum)
tabf <- subset(unique_x1, "Code_sp"!="NA" & Classe !="NA" & "Top 50" !="NA" & Groupe !="NA")
tabf2 <- subset(unique_x2, "Code_sp"!="NA" & Classe !="NA" & "Top 50" !="NA" & Groupe !="NA")

length(unique(unique_x1$Code_champ))
y1 <- merge(unique_x1,c1, by="Code_sp", all.x=TRUE, all.y=TRUE)
y2 <- merge(unique_x2,c2, by="Code_sp", all.x=TRUE, all.y=TRUE)
i <- subset(`sheet_Formule volume`, select = c(code,formule))
vol1 <- merge(x = y1, y = i, by.x = "Formule-volume", by.y = "code", all = TRUE)
vol2 <- merge(x = y2, y = i, by.x = "Formule-volume", by.y = "code", all = TRUE)
vol11 <- drop_na(vol1)
vol12 <- drop_na(vol2)
volu1 <- subset(vol11, select = c("code_sp", "code_champ", "formule", "classe", "coefficient a", "coefficient b", "coefficient c", "Dme/adm"))
volu2 <- subset(vol22, select = c("code_sp", "code_champ", "formule", "classe", "coefficient a", "coefficient b", "coefficient c", "Dme/adm"))
tabff1 <- merge(volu1,tabf, by = c("code_champ", "code_sp", "classe"))
tabff2 <- merge(volu2,tabf2, by = c("code_champ", "code_sp", "classe"))

```

FIGURE 3.9. Exemple de quelques extraction faites

C'est sur ces dataframes obtenus que l'algorithme final a été appliqué. Le principe de l'algorithme est le suivant :

- Supprimer tout les "NA"(NA= Non Available) dans le dataframe et initialiser les variables
- Récupérer le liste de toutes les parcelles dans le dataframe
- faire une boucle sur la liste des parcelles récupérées et à chaque fois extraire le sous-tableau correspondant.

```

# creation automatique dun dataframe pour les indicateurs du groupe 1
tabf <- subset(unique_x1, "Code_sp"!="NA" & Classe !="NA" & "Top 50" !="NA" & Groupe !="NA")
nb_ind = 2

list_par = unique(tabf$Code_champ)
tai= rep(0,length(list_par))

for (j in 1:length( list_par)) {
  tmp<- subset(tabf, Code_champ == list_par[j])
  tai[j]<- nrow(tmp)
}
output1 = tai
names(output1)= list_par
output2 <- as.data.table(output1)
rownames(output2) = list_par
cb <- cbind(output2,vf1)
colnames(cb)= c("stock","volume")

```

FIGURE 3.10. calcul du stock pour le groupe 2

Le processus est pareil pour les especes du groupe 2.

3.3.3 Calcul des volumes exploitables

Après avoir présenté comment nous avons procédé pour effectuer notre calcul de stock exploitable, nous présenterons aussi pour le calcul du volume. Rappelons que le terme "exploitable" dans notre expression est toujours lié au groupe d'appartenance des especes en question ; par conséquent, le calcul du volume se fera en fonction de cette contrainte là. Pour y arriver, les packages qui ont été présenté plus haut nous ont également aidé. Avant de passer à l'algorithme proprement dit, nous tenons à rappeler que les mêmes étapes effectuées lors du calcul du stock ont aussi été effectuées à ce niveau car il fallait toujours importer les feuilles excel et les stocker sous forme de data frame, et ensuite faire les différentes manipulations sur ces data frames afin d'obtenir un data frame ne contenant que les informations ou données utiles. Pour le calcul du volume, nous n'avons pas inventer de formule, nous avons utilisé les formules fournies par les aménagistes en fonction des groupes d'espece. La figure suivante montre le rendu final du calcul de nos indicateurs :

ession Tableau des indicateurs Groupe 1 Tableau des indicateurs Groupe 2

ries Search:

stock ↕	volume ↕
3	7.97552510444843
1	2.50451464315033
1	2.50451464315033
2	1.87824585293571
1	1.87824585293571
1	1.44367528722548
1	3.43104251625781
5	1.87824585293571
2	1.87824585293571
2	1.87824585293571

9,362 entries Previous 1 2 3 4 5 ... 937 Next

FIGURE 3.11. Tableau des indicateurs

3.3.4 Difficultés rencontrées

Pendant la réalisation de ce travail, nous avons fait face à plusieurs difficultés.

- La 1ère difficulté rencontrée lors de ce travail était au niveau de la visualisation de la carte en faisant la superposition du dossier Layons avec le dossier Coupes. NB : Le dossier Layons est le dossier qui contient les différents layons de la concession. Un layon est une subdivision d'une parcelle. Et le dossier Coupes est le dossier qui contient tous les shapefiles de de chaque partie de la concession.
- Ensuite au niveau du calcul du stock, les recherches étaient un peu compliquées surtout pour trouver les fonctions qui effectuent la somme des éléments dans un dataframe par colonne et par ligne. Mais le problème a été résolu finalement.
- Nous avons aussi été confronté aux problèmes liés à la compréhension des données d'inventaire qui nous ont été fournies pour le travail. Les données fournies par le

aménagistes sont des données brutes, ils ne sont pas traités au préalable afin d'être utilisables directement donc pour les utiliser il faut une sorte de compréhension de certaines bibliothèques et outils qui permettent de manipuler les données afin de parvenir à extraire les bonnes informations.

- Un autre problème aussi était qu'il fallait écrire un algorithme optimal pour la résolution de ce problème. Et aussi l'algorithme doit régler notre problème en renvoyant des résultats nets sachant que l'utilisateur ne doit pas forcément avoir les données structurés en face de lui.

CONCLUSION

Le stage que j'ai effectué au CIRAD-CAMEROUN m'a donné la possibilité d'être pluridisciplinaire dans la mesure où la réalisation de mon travail nécessitait un plongement dans un domaine qui à la base n'est pas le mien à savoir le domaine de la forêt.

En réalité ce stage m'a donné une occasion favorable de faire une sorte de relation entre l'informatique et la foresterie en développant une solution logicielle pour résoudre notre problème. Il m'a permis de transformer et de voir la différence entre la théorie et la pratique.

Il m'a donné une grande opportunité, d'une part il m'a permis de tester mes compétences et de démontrer mon savoir-faire et d'autre part il m'a donné la possibilité d'ouvrir la piste vers des nouveaux horizons de recherches sur cette solution développée du fait qu'il a complété les connaissances acquises durant la période d'étude.

En espérant que ce que nous avons développé soit apprécié à sa juste valeur après ce modeste travail. Pour conclure, je remercie tous ceux qui m'ont aidé à effectuer ce modeste travail dans les meilleures conditions, je remercie également tous ceux qui m'ont soutenus au cours de mon stage au sein du CIRAD.

BIBLIOGRAPHIE

1. <http://hal.cirad.fr/cirad-00147247/document>
⇒ Documentation sur les ammenagement forestiers
2. <https://openclassrooms.com/fr/courses/4525256-initiez-vous-au-langage-r-pour-analys-6250851-prenez-en-main-r-et-r-studio>
⇒ Vue generale du R
3. <https://bioinfo-fr.net/rendre-ses-projets-r-plus-accessibles-grace-a-shiny>
⇒ Shiny
4. <https://shiny.rstudio.com/reference/shiny/0.14/renderDataTable.html>
⇒ Explique comment fairee un rendu sous R+Shiny avec DataTable
5. <https://juba.github.io/tidyverse/08-ggplot2.html>
⇒ Explique comment visualiser avec ggplot2
6. <https://www.datanovia.com/en/lessons/identify-and-remove-duplicate-data-in-r/>
⇒ Identification des duplications
7. <https://delladata.fr/importer-automatiquement-les-feuilles-dun-fichier-excel-dans-r>
⇒ Importation automatique des feuilles excell sous R
8. <https://abcdr.thinkr.fr/comment-faire-des-comptages-dans-un-data-frame-apply-lapply>
⇒ Comptage des données dans un dataframe
9. <https://rstudio.github.io/DT/shiny.html>
⇒ Tableaux dynamique
10. <http://forums.cirad.fr/logiciel-r/viewtopic.php?t=1034>
⇒ Forum
11. <https://www.rdocumentation.org/packages/tidyverse/versions/1.3.0>
⇒ Documentation sur tidyverse
12. <https://www.rdocumentation.org/packages/datasets/versions/3.6.2>
⇒ Documentation sur datasets

13. <https://www.rdocumentation.org/packages/dplyr/versions/0.7.8>
⇒ Documentation sur dplyr
14. <https://www.rdocumentation.org/packages/readxl/versions/1.3.1>
⇒ Documentation sur readxl
15. <https://www.rdocumentation.org/packages/here/versions/0.1>
⇒ Documentation sur here
16. <https://www.rdocumentation.org/packages/tree/versions/1.0-40>
⇒ Documentation sur tree
17. <https://www.rdocumentation.org/packages/MASS/versions/7.3-47>
⇒ Documentation sur MASS
18. Tiamaguide5
⇒ Documentation sur TIAMA
19. Memoire de l'ing. Charles OGOLONG
⇒ Mémoire de soutenance sur Daffsecc