



Report of field study of Dr. Adrien Djomo in Cameroon under the CAREG Exchange program



Have collaborated to this report

CHIMI DJOMO Cédric, *PhD student University of Yaoundé 1*
NGOUKWA Guylène, *MSc. Student, University of Yaoundé 1*
LUCHA CELESTINE, *Department of plant Biology, University of Dschang*

January - March 2015



1710-350 Albert St., Ottawa, ON, K1R 1B1
350, rue Albert, bureau 1710, Ottawa (Ontario) K1R 1B1
613 563-1236
www.aucc.ca

Content

PART I : Data collection for the study of biomass stock and allometry development in AAC 3.2, UFA 10 065 (Estern Cameroon)	2
Introduction.....	2
I.1 Contexte	2
I.2 Objectifs.....	3
I.3 Déroulement des activités.....	3
I.3.1. Rencontre avec les autorités au service de la LCF/ visite de la société	4
I.3.2. Phase de collecte des données de terrain.....	5
I.3.2.1. Planification de la descente de terrain.....	5
I.3.2.2. Etape indépendante de l'exploitation forestière	6
I.3.3. Etape dépendante de l'exploitation forestière	8
I.3.3.1. Avant abattage	9
I.3.3.2. Après abattage	10
I.3.4. Analyses de laboratoire.....	12
I.3.4.1. Labélisation des échantillons	12
I.3.4.2. Séchage à l'étuve à température de 105°C.....	12
I.3.4.3. Imbibition des échantillons dans de l'eau.....	13
I.3.4.4. Mesure de la masse après imbibition et du poids volumique	13
I.3.4.5. Séchage à l'étuve à température de 80°C.....	13
I.4 Premiers résultats	13
I.4.1. Phase indépendante de la société d'exploitation forestière (LCF)	13
I.4.2. Phase dépendante de la société d'exploitation forestière (LCF)	14
I.5 Quelques contraintes rencontrées sur le terrain et au laboratoire.....	14
Soutien logistique.....	15
Remerciements	15
PART II : Report of seminars of Dr. Djomo in the Universities of Cameroon during the CAREG exchange field trip.....	17
II.1 Rapport des conférences à l'Université de Yaoundé I.....	17
II.2 Report of seminars given at the University of Dschang.....	22
II.3 Report at ENEF (Ecole Nationale des Eaux et Forêts Mbalmayo)	24
II.4 Report of the seminar given at University of Buea	25

PART I : Data collection for the study of biomass stock and allometry development in AAC 3.2, UFA 10 065 (Estern Cameroon)

Introduction

Allant du 05 Février au 15 Mars 2015, une mission de terrain portant sur la collecte des données pour l'évaluation des stocks de carbone dans la Région de l'Est Cameroun a été conduite par le Dr. DJOMO Adrien (PhD, "Research Associate" ; Département de Géographie de Queen's University ; Canada), dans l'Unité Forestière d'Aménagement (UFA 10_065) exploitée par La Côtère Forestière (LCF). Les activités de terrain ont été coordonnées par CHIMI DJOMO Cédric (Doctorant, Univ. Ydé 1) et les activités de laboratoire par NGOUKWA Guylène (Master Professionnel, Univ. Ydé 1). Ladite descente de terrain a été réalisé grâce au partenariat entre le Département de Géographie de l'Université Queen's et le Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé 1. Ce travail aboutira à la publication des documents scientifiques.

I.1 Contexte

Les changements climatiques sont devenus la crise environnementale mondiale la plus importante et sa considération a révélé l'émergence d'un nouveau régime que l'on peut idéaliser comme une hypothétique « cité du carbone ». Face à cela, on assiste aujourd'hui et de plus en plus, à la naissance et à la mobilisation des incitatifs internationaux comme par exemple le Protocole de Kyoto, le programme ONU-REDD, le PREREDD, etc. et tous ayant un regard convergeant sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et afin d'œuvrer dans la lutte pour l'atténuation du réchauffement planétaire.

La contribution des écosystèmes forestiers, en particulier des forêts tropicales sont d'une grande importance dans la lutte contre les changements climatiques. De nos jours, Plusieurs études ont montré l'apport de l'établissement des modèles mathématiques pour l'estimation des stocks et flux de carbone.

Dans le cadre du mécanisme REDD+, une répartition équitable de l'effort nécessite une quantification de la contribution de chaque pays par le biais de l'expertise scientifique. Cependant, pour les pays africains la quantification de leur contribution potentielle à l'effort global est limitée par les connaissances disponibles. Dans le cas du Cameroun, qui fait partir du deuxième plus grand massif forestier (bassin du Congo) après celui de l'Amazonie, les

modèles pour estimer les stocks et flux de carbone de ses forêts sont encore insignifiants. C'est la raison pour laquelle, ce pays le Cameroun comme tous les autres 5 pays forestiers du bassin du Congo (Congo, Gabon, Guinée Equatoriale, République centrafricaine, République Démocratique du Congo) bénéficie du projet PREREDD de la COMIFAC avec l'appui du FEM et de la banque mondiale, pour le développement des équations allométriques. C'est dans cette vision que cette étude s'est fixée pour but de contribuer à cet effort sous régional en développant des outils permettant de minimiser la destruction des arbres pendant des études de biomasse ; elle vise donc le développement des équations allométriques et plus précisément des modèles facile à utiliser.

I.2 Objectifs

L'objectif principal de la mission était de collecté les données de biomasse des arbres pour l'établissement des équations allométriques dans le but d'évaluer la contribution des forêts camerounaises dans la lutte contre les changements climatiques. Plus spécifiquement il s'est agi de :

- Collecter les variables (diamètre, hauteur, diamètre cime) les données de biomasse des arbres de diamètre inférieur à 5 cm et ceux dont leur diamètre est comprise entre 5 et 10 cm à 0,30 m du sol ;
- faire un inventaire de tous les arbres de diamètre supérieur à 10 cm dans les parcelles d'échantillonnage ;
- faire des mesures directes et indirectes de diamètre, de hauteur et diamètre cime sur quelques arbres exploités par la LCF.

I.3 Déroulement des activités

La réalisation de ce travail sur le terrain s'est déroulée comme suit :

- rencontre avec les autorités au service de la LCF ;
- visite de la structure ;
- première étape de collecte des données ou phase indépendante de l'exploitation forestière ;
- deuxième étape de collecte des données ou phase dépendante de l'exploitation forestière ;
- analyses au laboratoire.

I.3.1. Rencontre avec les autorités au service de la LCF/ visite de la société

❖ Rencontre avec les autorités au service de la LCF

La première phase reposait essentiellement sur les prises de contact, les réunions de travail et les entretiens avec les autorités au service de la LCF. De façon plus détaillée, ces rencontres ont été successivement les suivants :

- une séance de travail portant sur la clarification des activités à mener, tenu à Bertoua le 05 Février 2015 avec le Directeur Général de la société LCF en la personne de Mr. ESQUENET Jules (Administrateur) au environ de 20h 30. A l'issu de laquelle nous avons eu l'accord de mener nos études dans ladite UFA ;
- une séance de travail tenu le 06 Février 2015 avec le Chef d'exploitation Mr. TUETE Achille de LCF (Fig.1). A l'issu de celle-ci, les modalités de travail sur le terrain y ont été fixées.
- Dans le but de recruter des prospecteurs/guides, une séance d'entretien a été organisé entre quelques ouvriers ayant déposés une demande d'emploi ou étant déjà en service à LCF et le Dr. DJOMO ; ceci en présence du chef d'exploitation. Cet entretien a abouti au recrutement de Mr. SE MBE Blaise (Prospecteur), Mr. Alphonse (prospecteur), Mr. MATTI MEBI (prospecteur), GBANGO Raymond (ouvrier) et ceux déjà en service à la LCF à savoir : Mr. KEMBAI Michel (cubeur), Mr. MEYEN Edouard (tronçonneur), Mr. AMADA Romeo (tronçonneur), Mr. SAMSON (tronçonneur) et Mr. LACO Telesfor (Mécanicien tronçonneuse).



Fig. 1. Entretien avec le chef d'exploitation de la LCF



Fig .2. Entretien avec deux prospecteurs retenus sur la méthodologie à appliquer sur le terrain

❖ Visite de la société

La base de la société la LCF est située dans le village Mambaya à environ 70 km de Bertoua. L'UFA 10 065 présentement pas encore délimitée est celle actuellement exploitée par la société forestière LCF. Pour le compte de l'année 2015, c'est l'assiette de coupe 3.2 d'une superficie d'environ 4500 ha qui est en exploitation. Une brève visite de la dite assiette de coupe et de la base de la société nous ont permis non seulement de faire assoir notre méthodologie de terrain, mais aussi **de nous** rencontrer quelques personnalités du village et de trouver un logement.

I.3.2. Phase de collecte des données de terrain

Cette phase s'est faite en deux étapes : une étape indépendante de l'exploitation forestière sur le terrain et une autre dépendante de l'exploitation forestière.

I.3.2.1. Planification de la descente de terrain

Que ce soit l'étape indépendante ou dépendante de l'exploitation forestière sur le terrain, des séances de travail sont entreprise de façon accès régulière entre le chef d'exploitation de LCF, le chef chantier et le commis d'abattage (Mr. SOP Herman) ; ceci dans le but de définir les zones de collète des données et aussi d'être à une distance sécuritaire des activités de l'exploitation forestière (Fig.3).



Fig .3. Planification des parcelles à échantillonnées avec le commis d'abattage de la LCF sur la carte d'inventaire d'exploitation de l'assiette de coupe 3.2

I.3.2.2. Etape indépendante de l'exploitation forestière

Une fois la parcelle d'étude définie dans l'assiette de coupe (3.2), nous nous servons des différents layons (Nord-Sud et Est-Ouest) et de la boussole pour nous rendre dans cette parcelle.

Dans chaque parcelle d'échantillonnage, il était question de suivre le layon Est-Ouest de la parcelle concernée sur 250 m ou 500 m en fonction des parcelles concernées ; puis à l'aide d'un boussole, un machetteur et une ficelle de 25 m, le Nord-Sud est suivi sur une distance de 125 m. Ce point marqué par un jalon correspond au point 0 (Azimut) ; ses coordonnées géographiques sont ensuite prises à l'aide d'un GPS. Partant de ce point 0 et avec la même équipe que ci-dessus, un layon de 250 m (orienté Nord-Sud ; jalonné à chaque 5 m) X 20 m (orienté Est-ouest) ; soit 10 m de part et d'autre du layon de 250 m.

Remarque : Notons que dans le but d'avoir plus de données, les deux dernières parcelles avaient pour dimensions : 250 m (orienté Nord-Sud) X 50 m (orienté Est-ouest) jalonné à chaque 5 m ; soit 25 m de part et d'autre du layon de 250 m.

Au point 0, des quadrats de 10 m X 10 m et 20 m X 10 m orienté Ouest-Est ont été installés. Tout ceci étant fait, 3 sous-étapes ont été réalisées dans chacun des quadrats.

I.3.2.2.1. Quadrat 10 m X 10 m

Ce quadrat a concerné les arbres du sous-bois d'un diamètre strictement inférieur à 5 cm 0,30 m au-dessus du sol.

Pour ces arbres, les variables suivantes ont été collectées : diamètre 0,30 m au-dessus du sol, la hauteur, diamètre de la cime. Ces arbres sont ensuite abattus à leur base et pesés. Des échantillons de référence prises à la base sont ensuite prélevés et étiquetés ; leur masse et leur masse volumiques sont ensuite mesurer. Ces échantillons sont ensuite acheminés à Yaoundé pour des études de laboratoire donc la méthodologie serra décrite plus tard.

I.3.2.2.2. Quadrat 20 m X 10 m

Ce quadrat a concerné les arbres du sous-bois d'un diamètre compris entre 5 et 10 cm à 0,30 m au-dessus du sol.

Pour ces arbres, les variables suivantes ont été collectées : diamètre 0,30 m et 1,30 m au-dessus du sol, diamètre de la cime, la hauteur du fut, la hauteur de la cime et la hauteur total. Ces arbres sont ensuite abattus à leur base et pesés entièrement (partie épicée) (Fig.4). Des échantillons de référence prélevés et étiquetés ici sont prises à trois niveaux : au niveau de la base de l'arbre, au niveau du fut et au niveau des branches. Les valeurs de masse et masse volumique de ces échantillons sont ensuite enregistrer. Ces échantillons sont ensuite acheminés à Yaoundé pour des études de laboratoire donc la méthodologie sera décrite plus tard.



Fig .4. Phase de travail de terrain : a= mesure de la hauteur d'un arbre de 5 à 10 cm après son abattage ; b= pesé de l'arbre après avoir découpée ; c= étiquetage d'un échantillon prélevé sur l'arbre.

I.3.2.2.3. Parcelle de 250 m X 20 m

Dans cette parcelle, un inventaire de tous les arbres de diamètre à hauteur de poitrine strictement supérieur à 10 cm a été effectué.

Cette sous étape a nécessité la présence de 3 personnes : deux prospecteurs et un pointeur. Débuté au point 0 initialement jalonné, le pointeur enregistre les données communiqué par les prospecteurs couvrant chacun toute la zone (10 m) située de part et d'autre du layon principal de 250 m. Pour chaque arbre, après l'avoir identifié, les paramètres suivants sont prises : le diamètre à 1,30 m ou au-dessus, et au-dessus des contreforts pour les arbres a contreforts et sa hauteur (estimation) (Fig.6). Notons que pour chaque arbre, en plus des données ci-dessus, le pointeur prenait aussi sa position dans la parcelle.

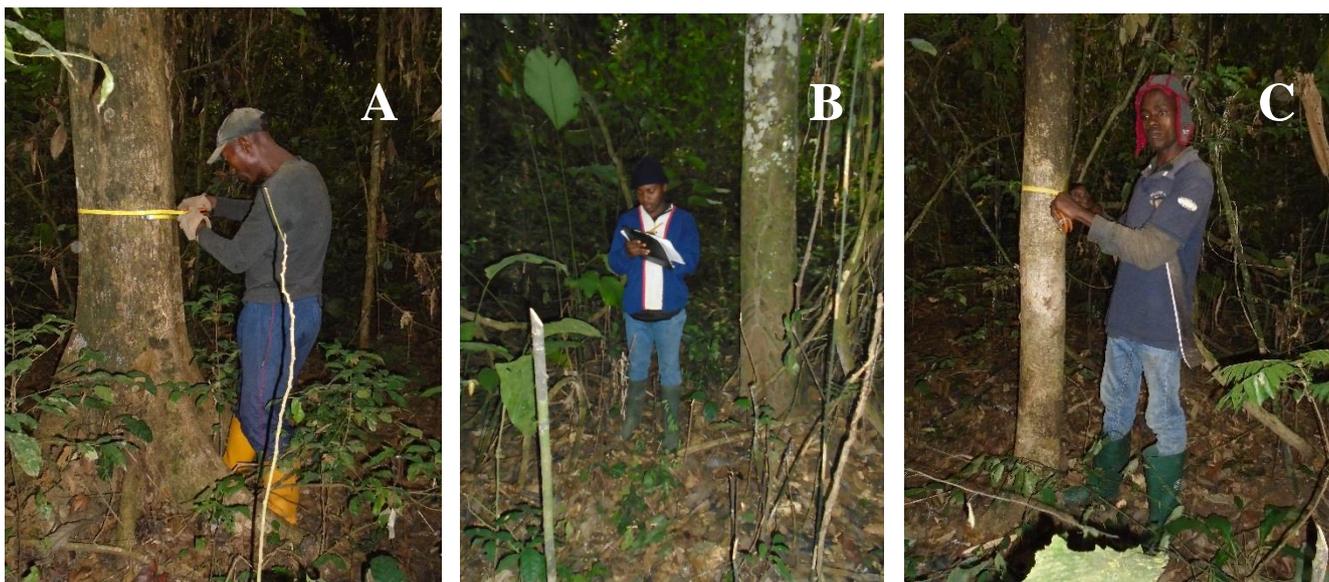


Fig.6. Inventaire des arbres de dbh > 10 cm : A et C= prospecteurs entrain de mesurer les dbh ; B= pointeur sur la ligne de base en train d'enregistrer les données.

Afin de s'assurer accès régulièrement que nous n'avons pas excédé la parcelle d'échantillonnage, on mesure (à l'aide du la ficelle de 10 m) perpendiculairement au layon central de la parcelle et ceci de part et d'autre de layon central.

Les données d'inventaires relaskopiques ont été prises à trois points du layon central (à 75 m, 125 m et 175 m du point 0). A chaque point, il s'agissait de faire une rotation complète avec le relaskope en relevant toute les arbres qui sont inclus et à la limite (pour une bande). Pour ces arbres, après l'avoir identifié, les paramètres suivants ont été pris : dbh, distance horizontale (de l'arbre jusqu'au point de mesure relaskopique pour les arbres limites), hauteur estimée et hauteur mesurée à l'aide du relaskope (quand cela est possible).

I.3.3. Etape dépendante de l'exploitation forestière

Pour cette étape, chaque arbre est échantillonné avant et après abattage. Cette étape était donc constituée de deux sous étapes :

Tout d'abord avant chaque descente de terrain, une séance de travail est faite avec le commis d'abattage et/ou le chef chantier dans le but d'être situé sur les parcelles et les arbres susceptibles d'être abattus dans les jours qui suivent.

I.3.3.1. Avant abattage

Le choix de l'arbre à échantillonner est fonction de la bonne visibilité de presque tout son fût jusqu'à la base de la cime et de aussi de sa cime. Pour ces arbres, la distance horizontale du point de prise de données relaskopiques jusqu'à l'arbre est enregistré.

Pour les arbres cibles sur pied, les paramètres suivants ont été pris : longueur, largeur et hauteur des tous les contreforts ou empattements, dbh, diamètre et hauteur (par rapport au sol) à différents points du fût, hauteur du fût, hauteur de la cime, diamètre de la cime (Fig.7).



Fig.7. Mesure des hauteurs et des diamètres de l'arbre par la méthode indirecte à l'aide du relaskope

Les données telles que longueur, largeur et hauteur des contreforts ont été mesurées à l'aide du mètre (5 mètres de longueur) ; le diamètre et la hauteur à différents points du fût, hauteur fût, hauteur cime et hauteur totale ont été mesurés à l'aide du relaskope ; le diamètre de la cime a été mesuré à l'aide du penta décimètre ; ce diamètre de la cime correspond en effet à la moyenne de 4 mesures, chaque mesure étant distincte l'une de l'autre d'un angle de 45° environ.

Après échantillonnage, ces arbres sont marqués à la peinture et à leur base d'un numéro, lequel nous permettra de le retrouver une fois qu'ils seront abattus.

I.3.3.2. Après abattage

Pour chacun des arbres abattus, nous avons commencé par mesurer le dbh, la hauteur totale de l'arbre et celle du fut et de la cime. Par la suite, les mesures ont été faites à différents points de l'arbre à savoir :

- Au niveau de la souche de l'arbre, les données suivantes ont été relevées : diamètre de la souche (hors mis les contreforts), la hauteur de la souche (au point de coupe de l'arbre), les données de longueur, largeur et hauteur des contreforts considérées ici sont celles prises pour l'arbre sur pied ;
- Au niveau du fut, le diamètre et la hauteur à différents points du fut son relevés jusqu'au niveau de la base de la cime ;
- Au niveau des branches, le diamètre est mesuré pour chaque grosse branche à 0,3 m du point d'insertion de la branche. Les valeurs de diamètres de ces branches sont ensuite mesurées tous les 2 m, de façon successive et ceci pour toutes les ramifications de niveau 2, 3,4,...n jusqu'au point ou les branches ne sont plus visibles.

Pour chaque arbre, une branche n'ayant soumis aucun dommage lors de la chute de l'arbre est choisie pour en faire les pesées. Pour cette branche, le diamètre est mesuré à 0,20 m de son point d'insertion avant d'être découpée, les feuilles séparées et tous deux pesées séparément.

Des échantillons de référence sont prélevés à la base de l'arbre, au niveau de la base de la cime et au niveau des branches ; leur masse et masse volumique sont mesurer. Ensuite à l'aide d'un appareil de prélèvement des calottes, des cernes ont été prélevées au cœur de la souche et à au 2 à 3 points sur le fut.

Dans le but d'avoir plus de données, cette même méthodologie que ci-dessus a été répétée sur les arbres renversés lors de la chute des arbres abattus et aussi sur les arbres renversés lors de la réalisation des routes forestières.

Dans les cas où cela était possible, les arbres ayant été déracinés lors de la réalisation des routes forestières et n'ayant subi aucun dommage ont été échantillonnés (pesé entièrement) des racines jusqu'au feuilles. Les échantillons de référence ont été collectés au point suivant :

racine, base souche, base fut, base cime, branche et feuilles (Fig.8). Masse et masse volumique de ces échantillons sont mesurées à l'aide d'une balance.



Fig. 8. Pesé des différents compartiments de l'arbre abattu :a= pesé ; b= enregistrement des données ; c= fut tronçonné ; d= toutes branches sans feuille de l'arbre découpées ; e= feuilles

Note Bien : pour les arbres qui après déracinement, la cime n'a pas été trouvée mais que le système racinaire est resté intacte, seules les racines ont été pesées, le dbh et le diamètre à la base au-dessus du sol ont été mesurés (Fig.9).



Fig.9. Exemple de système racinaire qui n'a subi aucun dommage lors du déracinement de l'arbre

I.3.4. Analyses de laboratoire

Tous les échantillons récoltés sur le terrain sont ramenés au sein du campus de l'Université de Yaoundé I pour des analyses. Après labélisation des échantillons, étant donné que les valeurs de pesées de masse et masse volumique à l'état frais de ceux-ci ont été prises immédiatement après leur récolte, le travail de laboratoire a consisté à :

- Labéliser les échantillons ;
- Séchage à l'étuve à une température de 105°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante ;
- Imbibition des échantillons dans de l'eau pendant 7 jours
- Mesure de la masse après imbibition et du poids volumique
- Séchage de nouveau à l'étuve à une température de 80°C jusqu'à obtention d'une masse constante ;

I.3.4.1. Labélisation des échantillons

Les échantillons en provenance du terrain dont la masse fraîche et la masse volumique avaient déjà été mesurées, ont été labélisés ou alors étiquetés de façon à ce que ces échantillons ne puisse pas se confondre au cours du séchage dans l'étuve. La labélisation s'est faite de la façon suivante :

- ✚ confection des enveloppes à l'aide du papier format et d'une agrafeuse ;
- ✚ étiquetage des enveloppes (marquage des identifiants portés sur les échantillons sur les enveloppes) ;
- ✚ introduction des échantillons dans une enveloppe correspondante.

I.3.4.2. Séchage à l'étuve à température de 105°C

Les échantillons sont placés dans l'étuve réglée à température 105°C à l'aide d'un thermomètre. Ils sont ensuite pesés tous les 24h jusqu'à obtention d'une masse sèche constante. Une moyenne de 5 jours a été nécessaire pour l'obtention des valeurs de masses constantes.

I.3.4.3. Imbibition des échantillons dans de l'eau

Après séchage à l'étuve, les échantillons sont labélisés pour une seconde fois de manière à ce que les indices d'identification reste connues au sorti de l'eau. Ensuite introduire dans des seaux contenant de l'eau pour une durée de 7 jours.

I.3.4.4 Mesure de la masse après imbibition et du poids volumique

Cette étape consistait à peser les échantillons sur une balance (model : Scout Pro SP2001) et enregistrer leur masse initial nouvelle. Le poids volumique se mesurait en plongeant les échantillons dans une éprouvette contenant de l'eau tarée sur la même balance.

I.3.4.5. Séchage à l'étuve à température de 80°C

Les étapes de séchage à cette température se fait de la même manière qu'à la température de 105°C sauf qu'ici l'étuve est réglée plutôt à 80°C.

I.4 Premiers résultats

I.4.1. Phase indépendante de la société d'exploitation forestière (LCF)

- Quadrat 10 m X 10m

Un total de 131 arbres de diamètre strictement inférieur à 5 cm ont été échantillonnés dans 3 quadrats de 10 m X 10 m; pour une moyenne de 44 arbres par quadrats. Ces espèces ont été identifiées par leurs noms communs, vernaculaires et scientifiques. Pour les espèces inconnues des échantillons d'herbier ont été collectés et leur identification est faite à l'Herbier National du Cameroun (Yaoundé). Un total de 106 échantillons de pesé ont été collectés sur les arbres de ce quadrat.

- Quadrat 20 m X 10m

Un total de 52 arbres de diamètre compris entre 5 et 10 cm ont été échantillonnés dans 3 quadrats de 20 m X 10 m ; pour une moyenne de 17 arbres par quadrats. Ces espèces ont été identifiées par leurs noms communs, vernaculaires et scientifiques. Pour les espèces inconnues un échantillon d'herbier a été collecté comme ci-dessus. Un total de 147 échantillons ont été collectés à la base, milieu et haut des arbres de ce quadrat.

- **Parcelle 250 m X 20 m**

- Au total, 651 individus ont été recensés dans 3 parcelles, soit 198 dans la première parcelle (C2 106), 196 dans la deuxième parcelle (D1 519), 257 dans la troisième parcelle (D1 412). Afin d'évaluer l'impact d'abattage sur le couvert des études ont été menées dans 02 parcelles juxtaposées C1 301/ C1302 et C2 203/C2 203. Les dimensions de chacune des dernières parcelles étaient de 250 m x 50 m ; 456 arbres ont été recensés dans la première parcelle et 315 dans la deuxième parcelle. Beaucoup des espèces recensées étaient inconnues et les échantillons d'herbier indisponibles car du fait de leur grande taille, il était impossible de collecter ces échantillons

I.4.2. Phase dépendante de la société d'exploitation forestière (LCF)

➤ **Avant abattage**

Un total de 25 arbres ont été échantillonnés sur pied. Il s'agissait essentiellement des espèces de noms commerciales suivant : Ayous (*Triplochyton scleroxylon*), Tali (*Erhytropheum ivorensis*), Dabema (*Piptadeniastrum africanum*), etc. qui pour la plus part était des espèces phares exploitées par LCF.

➤ **Après abattage**

Des 25 arbres échantillonnés sur pied, 6 arbres n'ont pas été abattus ; donc seulement 19 de ces arbres ont été échantillonnés à la fois sur pied et abattus. 47 arbres ont été échantillonnés seulement abattus ; ce qui fait un total de 66 arbres abattus échantillonnés. Pour ces 66 arbres, certains ont été échantillonnés complètement des racines aux feuilles, d'autres du fut aux feuilles (partie épigée) enfin d'autres n'ont été échantillonnés qu'au niveau des racines (partie hypogée). Plus de 100 échantillons de pesés ont été collectés sur ces arbres échantillonnés

I.5 Quelques contraintes rencontrées sur le terrain et au laboratoire

Quelques éléments majeurs ont influencé la collecte des données sur le terrain.

- ⇒ L'absence ou l'indisponibilité du véhicule de transport des ouvriers de LCF nous obligeaient quelques fois la marche à pied sur près de 9 km pour rentrer au village ;
- ⇒ Les multiples pannes accès régulières de la tronçonneuse qui ralentissait le travail de tronçonnage avant les pesées ; ceci imposait quelques fois un tronçonnage à la machette, ce qui n'a pas été aisé ;

- ⇒ Pour les arbres abattus, il était difficile de mesurer les diamètres de toutes les branches de l'arbre car lors de la chute de l'arbre, certaines branches se sont embourbées ou se sont détachées de leur point d'insertion sur l'arbre ;
- ⇒ On n'a pas pu avoir les échantillons d'herbier surtout pour les grands arbres compte tenu de la hauteur de ceux-ci. Certaines espèces restent donc inconnues ;
- ⇒ Quelques fois nous étions contraint de travaillé en sous effectifs à cause de l'indisponibilité d'un membre de l'équipe de collecte de données de terrain ;
- ⇒ Etant donné que nous logeons au village Mambaya, les conditions de vie n'étaient pas toujours faciles à cause de la distance à parcourir pour avoir accès à l'eau potable ; et aussi la présence de certains parasites de l'Homme (chiques) dans ce village.
- ⇒ Prolongement de la durée de séchage à cause du fonctionnement non continue de l'étuve du laboratoire de systématique de l'université de Yaoundé I ;
- ⇒ Difficulté dans le type de labélisation des échantillons pour pouvoir les reconnaître après imbibition ;

Soutien logistique

Le financement de la mission a été fruit d'un partenariat entre le Département de Géographie de l'Université Quen's (Canada) et le département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé 1 (Cameroun).

La mission a pu être accomplie grâce au soutien de la LCF (Mr. ESQUENET Jules : Directeur générale et Administrateur ; Mr. TUETE Achille chef d'exploitation de LCF ; le chef chantier) qui ont autorisé l'accès à la l'assiette de coupe 3.2 en exploitation et qui ont mis à notre disposition des techniciens déjà en service dans ladite société.

Remerciements

C'est l'occasion pour nous de remercier le Département de Géographie de l'Université Quen's (Canada) et le Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé 1 (Cameroun) de nous avoir accordé un soutien financier. Nous pensons que ce travail n'est que le début d'un vaste programme étant donné que le domaine de recherche ciblé est très vaste et nécessite plusieurs années de travaux et un financement conséquent.

Nous exprimons notre gratitude à l'administration de La Côtère Forestière qui nous a apporté une aide non seulement logistique mais aussi morale dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions également tous les habitants du village Mambaya pour leur hospitalité et en particulier ceux avec qui ont œuvrés pour la réalisation de cette étude sur le terrain et avec qui nous avons travaillé des jours variables ; il s'agit de Mr. SE MBE Blaise (Prospecteur, avec qui nous avons travaillé 29 jours), Mr. Alphonse (prospecteur, 6 jours de travail), Mr. MATTI MEBI (prospecteur, 2 jours de travail), Mr. KEMBAI Michel (cubeur, 23 jours de travail), Mr. MEYEN Edouard (tronçonneur, 9 jours de travail), Mr. AMADA Romeo (tronçonneur, 1 jour de travail), Mr. SAMSON (tronçonneur, 1 jour de travail), Mr. LACO Telesfor (Mécanicien tronçonneuse, indéterminé), GBANGO Raymond (ouvrier, 1 jour de travail).

Nous remercions enfin tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la facilitation de la collecte des données sur le terrain.

PART II : Report of seminars of Dr. Djomo in the Universities of Cameroon during the CAREG exchange field trip

II.1 Rapport des conférences à l'Université de Yaoundé I

Dans le cadre du projet de recherche intitulé Canada/Africa Research Exchange Grant entre le **Département de Géographie de Queen's University, Canada** et le **Département de Biologie et Physiologie Végétale de l'Université de Yaoundé I, Cameroun** ; il s'est tenue une conférence le 29 Janvier 2015 une conférence à l'université de Yaoundé I dans le Laboratoire de Biologie et Physiologie Végétale dès 10 heures précises. La Conférence &tait tenue par **Dr. Adrien DJOMO** expert international sur l'établissement des Equations Allométriques pour l'évaluation de la biomasse et donc du carbone, les changements climatiques et sur la REDD+ ; il était accompagné de **Pr Louis ZAPFACK** Botaniste écologiste et systématicien.

Les différents thèmes évoqués sont les suivants :

- **Allometric equation implication for REDD+ and carbon stocks ;**
- **Climate change and REDD+: can it be an opportunity for the development of rural areas in Africa;**
- **Ecological management of tropical forest;**
- **Impact of climate change on forest ecosystems and agriculture.**

Étaient invites tous les étudiants de Master dont les thèmes auraient des implications dans leur formation, parmi lesquels on note la présence des étudiants dont les noms sont en annexe.

On note aussi la présence du Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétale Pr Emmanuel YOUMBI.

Le Pr Louis ZAPFACK a introduit en félicitant l'assistance d'avoir pu honorer de sa présence, il a également présenté de manière sommaire le Dr Adrien DJOMO et a attiré notre attention sur la conférence et beaucoup plus sur la raison du séjour su Dr au Cameroun et le bien-fondé de son intérêt.

La première partie de la conférence a commencé à 10 heures précises pour finir à 12 heures et elle portait plus sur le premier thème pour lequel Dr. Adrien DJOMO s'est le plus attardé.

Dr Adrien DJOMO a commencé son propos de la conférence par la présentation des objectifs visés par le projet proprement dit à savoir :

- **Develop local Allometric Equations to improve estimation of biomasses**
- **Develop Pan Moist Tropical Allometric with data from Africa and compare with others**

Il a continué en présentant le matériel et la méthode dont la récolte des données constituées de la biomasse et la mesure des paramètres tels la hauteur des arbres, leur diamètre, la densité ; l'ensemble se résumant en deux (02) variations dont :

- Variations radiales
- Variations longitudinales

Pour ces variations on note qu'elles dépendent de l'espèce, chez certaines espèces les branches sont plus denses que le tronc et chez d'autres c'est l'inverse. Il est à noter que la variation de ces densités peut justement causer des erreurs dans les calculs.

Dr Adrien DJOMO durant cette première partie a attiré notre attention sur des remarques importantes en ce qui concerne l'utilisation des équations allométriques et aussi en ce qui concerne les différents paramètres intervenant pour l'établissement et l'utilisation de ces dernières on note par exemples :

- a) Le problème avec les équations c'est qu'il faut toujours regarder l'intervalle de confiance dans la récolte de données, l'intervalle de cubage ne doit pas être trop grand, et mis à part cela il faut regarder la zone d'étude car la densité de la plante change avec le milieu environnemental dans lequel il se trouve ;
- b) L'utilisation des équations allométriques générales est classique car elles répondent à une grande distribution mais il peut arriver que cette distribution ne s'adapte pas à toutes les espèces selon leur milieu ;
- c) Dans la mesure il y a un index fréquemment utilisé qui est l'*étude d'importance relative* et qui répond à trois critères : l'abondance ; la fréquence et la dominance. La masse biologique de l'arbre est liée au diamètre M (Biomasse) = a (coefficient) D (diamètre)². À mesure que le diamètre est grand la biomasse augmente de façon multiplicative ;
- d) Il faut garder à l'esprit qu'une équation allométrique est un outil d'utilisation sur le terrain, car étant sur le terrain on se fie aux équations qui nous sont proposées, ceci dit

on devrait travailler avec des paramètres tels le diamètre (qui est plus utilisé), la hauteur, la densité, pour finir on choisit le model à utiliser lors de la validation tels AIC, donc quand les trois paramètres sont mis ensembles il y a une meilleure estimation ;

- e) Lors de ces validations il faut noter que le paramètre de la taille n'influe pas vraiment surtout quand on a le diamètre, mais la densité elle est un paramètre très important car il comporte tous les autres facteurs écologiques et environnementaux ;



Fig. 10 Vue de l'assistance pendant la série de séminaire à l'Université de Yaoundé I

Après ces remarques Dr DJOMO s'est penché sur les résultats possibles obtenus à partir de la récolte des données et s'est résumé comme suit :

Après avoir validé les résultats de biomasse et les paramètres les résultats ne sont pas identiques on enregistre des variations qui aboutissent à des courbes ayant de grandes différences donc le problème revient à choisir (sélectionner) une équation. Il est à noter que les étendues sont les mêmes alors on commence à tenir compte des écarts dans les relevés des notes, puis on implique les paramètres taille, diamètre et densité (vu que la densité varie énormément, il faut dire que lorsque nous avons une espèce dans le bassin du Congo et la même dans le bassin Amazonien on peut tenir compte de la densité présente dans la littérature, mais à l'intérieur du même bassin il faudrait vraiment ou au mieux faire sa propre mesure de densité.

Un deuxième volet a été évoqué lors de cette première partie et parlait des pools de Carbone et de la CAI. Ce volet a pour objectifs :

- Use Allometric Equations to estimate carbon pools and CAI from different land uses and vegetations types;
- Analyze the implication of use of A.E for carbon stocks, REDD, and the missing sink.

Dans ce volet Dr DJOMO nous a entretenus sur les méthodes de mesures et de calcul du carbone stocké à partir de plusieurs équations, mais aussi sur les pertes de carbone au cours de son cycle entre ses différents réservoirs.

C'est ainsi qu'à 11 heures passées de 30 minutes nous avons terminé cette première partie, et le Dr Adrien DJOMO a permis à l'assistance de poser des questions pour éclaircir des zones d'ombre. On note donc :

1- Quels sont les paramètres vraiment utiles pour les équations Allométriques :

Réponse : Pour faire les équations Allométrique, il faut trois paramètres la densité, la hauteur, le diamètre ; mais ajoutons que les équations dépendent des bassins, au niveau des bassins ça dépend des strates, au niveau des strates ça dépend de l'espèce et au niveau de l'espèce ça dépend de l'âge.

2- Est-ce qu'avec nos cernes de croissance en Afrique tropicale on peut arriver à lire les résultats de façon efficace ?

Réponses : Cette question vient du fait qu'il y a des arrêts de croissance suite à des périodes favorables et défavorables suite à des stress environnementaux, suite à des fortes sécheresses, suite à l'appauvrissement des sols...

3- Indépendances et homocédacité des résidus et les tests Post-up : Pourquoi ils sont négligés dans la littérature ?

Réponse : c'est important pour distinguer certains groupes d'espèce mais quand on veut faire un niveau d'analyse plus élevé c'est à ce moment-là que l'on utilise ces post-up.

4- Le choix des espèces lors de la récolte des données :

Réponses : Ici, Dr Adrien DJOMO a souligné le fait que le choix n'est pas sélectif mais systématique, car un choix sélectif pourrait fausser les données

5- Qu'en est-il des stocks perdus ?

Réponse : C'est une question importante pour la communauté scientifique. Il est à noter que le carbone a plusieurs réservoirs tels suscités. Maintenant il faut faire des mesures réelles qui permettent de mettre en évidence les différentes valeurs réservés car sur le terrain les mesures faites ont différentes de la littérature.

La première partie s'achève donc à 12 heures et 05 minutes sous les acclamations de l'assistance et le mot de fin de Pr Louis ZAPFACK qui tenait à remercier l'assistance de sa présence et de son attention, mais aussi il a tenu à nous informer de la disponibilité de Dr Adrien DJOMO durant la pause dans son bureau.

La deuxième partie de la conférence a commencée à 15 heures précises dans la même ambiance car la quasi-totalité de l'assistance était encore là.

Pr Louis ZAPFACK a de nouveau introduit en félicitant l'assistance car elle a pu revenir en quasi-totalité, il a ajouté que cette deuxième partie devrait regrouper les trois (03) thèmes restant car ils allaient tous dans la même lancée.

Dr Adrien DJOMO a de ce pas repris la parole et lui aussi était satisfait de voir à quel point l'assistance n'avait pas changé en terme d'effectif. De façon sommaire, il a balayé lesdits thèmes partant des premières théories sur les Changements Climatiques (notamment celle du Serbe Melankovich) aux impacts des Changements climatiques sur les écosystèmes.

Ainsi, la première théorie sur les changements climatiques part de Melankovich qui dit que la terre s'éloigne du soleil et cela provoque des périodes de froid et d'un autre côté elle se rapproche du soleil et on a des périodes chaudes ; ce qui contribuerait à produire des changements naturels dans les climats et les saisons : on parle de cause naturelles des changements climatiques.

Mis à part les raisons naturelles suscités de Melankovick, on peut ajouter l'hibernation des arbres qui perdent leur aptitudes à stocker des gaz carbonique, on note l'affaiblissement de la couche d'ozone d'où l'intensification de l'effet de serre.

Dr Adrien DJOMO a survolé l'impact des changements climatiques sur l'agriculture et les écosystèmes forestiers puis il a terminé son exposé par le management et la gestion des forêts tropicales en parlant des forêts communautaires tant de leur avantages que pour leur inconvénients ; et ici pour mieux édifier l'assistance, Pr Louis ZAPFACK a contribué en éclaircissant ce que voulait concrètement dire "Forêt Communautaire" par les propos suivants de manière paraphrasée :

“ Les populations avaient le souci de voir leur bois sortir sans vraiment rien y gagner, alors le gouvernement a pris en compte de donner des espaces que les villageois pourraient gérer eux même, tout en leur guidant dans la gestion de ladite forêt. Ainsi les revenus devraient servir au développement du village. La gestion de ladite forêt demandait la mise en place d'un plan simple. L'inconvénient de l'établissement d'une forêt communautaire est que son dossier met vraiment long, et généralement géré par les ONG qui gagnent une bonne partie des revenus et pourtant à la base se sont de forêts pauvres qui apportent moins de revenus que la forêt normale, surtout en ce qui concerne la coupe de bois.”

Cette intervention a comblé certaines zones d'ombres car la question sur ces forêts et leur gestion suscitait beaucoup d'interrogation dans l'assistance.

A la fin de la conférence une dernière question sur la gestion de ces forêts a fait l'objet d'un débat ouvert celle de savoir s'il était prioritaire pour les villageois de mettre sur pied les forêts communautaires pour vendre du carbone au détriment de l'agriculture. Dr Adrien DJOMO a révélé que s'était une question très importante mais qui ferait l'objet d'un sujet international.

A 17 heures et 10 minutes, la conférence est finit sous les acclamations une de plus de l'assistance et des mots de fins

- 1- Dr Adrien DJOMO qui remerciait l'assistance pour son attention et sa présence, il a même soutenue l'idée selon laquelle il serait disposé pour un futur proche à revenir car il a vraiment eu le plaisir de partager durant la journée avec des étudiants intéressés ;
- 2- Pr Louis ZAPFACK a également félicité l'assistance et a passé la parole au Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétale ;
- 3- Pr Emmanuel YOUMBI Chef de Département a tenue dans un premier temps à remercier Dr Adrien DJOMO pour sa disponibilité et mieux encore pour avoir entretenu l'assistance sur des sujets aussi important ; tout en espérant que de nombreuses occasion se présenteront à l'avenir ;
- 4- Pour finir les étudiants dans l'assistance ont manifesté leur contentement et ont avec beaucoup de joie remercié Dr Adrien DJOMO pour son initiative, en espérant tout comme le Chef de Département avoir une autre occasion.

II.2 Report of seminars given at the University of Dschang

Seminars were held at the University of Dschang Campus A, in B₃13 on Monday the 09th of March 2015 by Dr. Adrien Djomo, a Bio-climatologist from the Department of Geography, Queen's University, Kingston, ON Canada, who is interested in the development of allometric equations used for biomass and carbon fluxes estimations in all types of forest. These seminars were moderated by Pr. Nguetsop Victor François, the head of Department of Plant Biology.

Number of participants: 49

Students involved: Master and PhD students of Plant Biology, Geography and Physics Departments.

The first seminar under the title: **Climate change and REDD+: can it be an opportunity for development of rural Africa?** Started at 10:00 am and ended at 12:30 pm.

Under this topic, he talked about past climate changes and their drivers, particularly in the 100.000 yrs climate cycle. He also emphasized on the role of greenhouse gases on modern climate, and the carbon cycle. Dr. Djomo also exposed very clearly on the relationship between the Kyoto protocol and the project REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation), the UNFCCC (United Nations framework Convention on Climate Change) adopted in 1992, Kyoto protocol adopted in 1997, Carbon market mechanisms, Emissions trading, joint implementation, Clean Development Mechanism (CDM); land use, land use change and Forestry, Potential Opportunities for Africa, community forestry, long and expensive administration procedures which retard developmental projects, Valorisation of NTFPs with long term exploitation and management procedures as well as funding opportunities.

The seminar lasted more than the two hours programmed because the audience were so interested in the topic and pleased with the brilliant presentation.

The presentation was evaluated very satisfactory by 4 participants.



Fig. 11 View of participants engagement at the University of Dschang

The second seminar on: **Allometric equations: Implications for REDD+ and Carbon Stocks** started at 12:50 pm and ended at 2:50 pm.

Here, he presented Allometric equations he has developed. The objectives of the work were to develop local Allometric equations to improve estimations of biomass and to develop Pan Moist Tropical Allometric equations with data from Africa and compare with others. He used Allometric equations to estimate carbon pools from different land uses and vegetation types.

He also analyzed the implications of use of Allometric equations for carbon stocks, REDD and the missing sink in which measurements and calculations of the Above Ground Carbon pools (AGC) and Belowground Carbon pools (BGC) were done. The sensitivity analysis carried out on the carbon cycle of the tropical lands and the missing sink.

The participants were really impressed with the work he did since data were collected in Africa and Cameroon in particular. Dr Djomo answered the questions and considered most remarks. Some of the participants who have discussed with the local people about REDD complained that some of the indigenous people said they cannot stop deforestation except they are highly paid. Dr. Djomo advised that as intellectuals we can encouraged them to Reduce Emissions from Deforestation and forest degradation for they are the immediate beneficiaries in this world of changing climate. Most of the audience were worried about policies and good ideas proposed which are never implemented and that if measures are not taken even in the next thirty years to come, they will keep on giving ideas which are never carried out on the field. When you discuss with the local communities, you will not be able to convince them and forest degradation and emission will only continue. Some research students even said Dr. Djomo Adrien is a suitable candidate for a leading position in the REDD+ activities in the Central African sub region since he knows the people well and their kind of ideas so, he can have good proposals to help ameliorate the situation. Dr. Djomo said everybody has to contribute positively for the ideas of REDD+ to be a reality and that indigenous people are drivers of emission reduction through sustainable community forestry development. This is vital to bring REDD+ with the local populations.

He said they have also been asked to work with research students for the funding they are expecting.

The presentation was evaluated very satisfactory by 4 participants.

The Senior lecturers, Assistant lecturers and Research Assistants, present had a cocktail at Mbouh hotel offered by Pr. Nguetsop Victor François; Head of Department of Plant Biology and they separated at 4:30 pm where Pr. Nguetsop V.F. wished that Dr. Djomo should remain in touch with the Department of Plant Biology of the University of Dschang.

II.3 Report at ENEF (Ecole Nationale des Eaux et Forêts Mbalmayo)

On March 02nd, Dr. Djomo was at the forest school (ENEF). He has a quick meeting with the director of school Mr. Prosper Seme, during which they discussed the possibility of

implementing a field course at the school under the initiative of Queen's University. The director of the school acclaimed the initiative and said that the school is ready to host the field course and that the school is doing efforts to enhance its international collaboration and this initiative falls under one of the main objective of the school. The school is investing in infrastructure and accommodation to make this type of project have a good success. The school also has a forest where most of the field work could be done. In addition, there are many forest surrounding the area where students can also walk to visit other forest ecosystems.

After, the meeting with the director of the school, a seminar was given mostly to the staff of the school. The title of the seminar was "Theme du seminaire : Ecological management of tropical forests.

II.4 Report of the seminar given at University of Buea

Upon the invitation of Dr. Nkwatoh Athanasius Fuashi, Prof and Head. Department of Environmental Sciences, University of Buea, Dr Djomo accepted to give seminars at the University of Buea. The seminars were given on February 24, 2015. The themes presented were "Climate change and REDD+: can it be an opportunity for the development of rural areas in Africa?" and "Allometric equations: implications for REDD+ and Carbon stocks". The seminars were attended by faculty member of the Faculty of sciences and also by PhD and master students of the department of Environmental sciences. The seminar was given as series of one hour presentation followed by about another hour for discussions, questions and answer session for each.



Fig. 12. View of some faculty members attending the seminar (Left) and the introduction of the seminar by the Head of department