



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Elaboration de tarifs de cubage pour le genre *Rhizophora* au Delta du Saloum (Sénégal)

Ngor NDOUR^{1*}, Bienvenu SAMBOU² et Maurice DASYLVA¹

¹ Université Assane SECK de Ziguinchor, Département d'Agroforesterie, Sénégal.

² Université Cheikh Anta Diop, Institut des Sciences de l'Environnement, Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-Mail : ngorndour@univ-zig.sn; BP : 523, Tél: + 221 553 32 03

RESUME

Au Delta du Saloum, les populations habitent dans la mangrove où elles exploitent les ressources halieutiques et ligneuses depuis des siècles. Cependant, la croissance démographique notée dans la zone a contribué à l'augmentation des besoins en bois de la population. En plus de l'accroissement des besoins énergétiques, la superficie de la mangrove a diminué ces dernières années au Saloum. Dans l'optique de connaître le volume de bois de mangrove disponible et de mieux gérer la ressource, l'étude s'est focalisée sur l'élaboration de tarifs de cubage à partir de trois modèles d'ajustement théoriques. En termes de résultats, six tarifs ont été élaborés pour le genre *Rhizophora*. Parmi eux, deux tarifs (Y_2 et Y_4) sont les plus pertinents pour le cubage des tiges de palétuviers. Leurs coefficients de détermination (R^2), compris entre 0,956 et 0,968, dénotent leur pertinence. En référence à leur intervalle de validité, Y_2 est plus précis que Y_4 . Néanmoins, l'étude recommande l'utilisation de ces deux régressions pour la détermination du volume de bois de la mangrove du Delta du Saloum.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Bois, besoins, population, volume, tarifs, pertinence, validité.

INTRODUCTION

Les forêts de mangrove représentent une importante source de devise pour le Sénégal. La pêche artisanale qui s'y déroule procure à l'Etat plus de 163,66 milliards de F CFA en valeur absolue, soit 4,08% en pourcentage du PIB. Par ailleurs, la filière contribue à hauteur de 13,70% et de 3,3% respectivement dans les secteurs primaire et tertiaire (Dione et al., 2005). Cependant, les mangroves régressent de plus en plus dans le pays, particulièrement au Delta du Saloum où les pertes de superficies sont importantes selon divers auteurs (Soumaré, 1992 ; Diop et

al., 1997 ; Ndour, 2005 ; Faye et al., 2008 ; Balla et al., 2013). Cette régression de la mangrove est inquiétante d'autant plus que les besoins des populations en bois augmentent de plus en plus au Delta du Saloum (Pirard et al., 2002 ; Dia, 2003). Selon Ndongue (2003), ils sont estimés à 157950 tonnes de bois pour le fumage du poisson en une campagne de 8 mois dans les communautés rurales de Djirnda et de Bassoul (Ndongue, 2003). La consommation moyenne de bois mort est de 14,63 kg/jour par boulanger et de 0,25 kg par personne et par repas pour le village de Baout dans la CR de Djirnda (Leruse, 2000). En tout

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.20>

état de cause, il serait inutile d'interdire aux populations de couper le bois de mangrove, étant donné que celui de la terre ferme leur ait difficilement accessible. D'ailleurs, ce bois se trouve dans le terroir d'autres populations ou dans le domaine classé. Il est donc indispensable de mieux valoriser la ressource à l'aide d'outils de gestion appropriés. A cet effet, la présente étude vise l'élaboration de tarifs de cubage pour l'évaluation rapide de la biomasse volumique des palétuviers. Ces outils devraient permettre aux agents des eaux et forêts et des parcs nationaux de quantifier le volume de bois disponible dans les écosystèmes de mangrove qu'ils gèrent. Disposant de cette information et connaissant les besoins en bois des populations, les agents de l'Etat devraient, dans leurs stratégies de gestion, octroyer des permis de coupe qui tiennent compte du capital ligneux de la mangrove du Delta du Saloum. Ainsi, l'Etat pourrait promouvoir l'aménagement forestier durable pour préserver la diversité de ses intérêts dans les écosystèmes de mangrove.

MATERIEL ET METHODES

Choix des unités d'échantillonnage

L'élaboration de tarifs de cubage pour les espèces du genre *Rhizophora* a nécessité le choix sélectif d'unités d'échantillonnage dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum. Ce choix, basé sur les caractéristiques socioéconomiques et environnementales du milieu, a permis de diminuer la taille des échantillons et de réduire l'effort d'inventaire sur le terrain. Ainsi, quatre unités d'échantillonnage (U1, U2, U3 et U4) ont été choisies du Nord au Sud de la zone (Figure 1). Ce choix a été fait à l'aide de cartes topographiques et de photographies aériennes sous forme d'images panchromatiques. L'orientation dans la zone et le repérage des échantillons ont été possibles à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) et d'une boussole Sylva. Les sites retrouvés sont marqués à la peinture blanche pour faciliter la collecte ultérieure des paramètres dendrométriques des palétuviers. Lors de la collecte des données, des scies à bois, pinces,

sécateurs et coupe-coupe ont permis de procéder à la coupe rase des palétuviers dans des placettes de 2,5 m x 2,5 m. Le dispositif de collecte de données est un transect autour duquel sont placées alternativement des placettes d'inventaire. La distance parcourue entre deux placettes est choisie au hasard dans une série de longueurs comprises entre 5 et 35 m selon Ndour et al. (2013).

Choix des tiges à cuber

Le choix des tiges pour l'élaboration du tarif a tenu compte de l'étendue des unités d'échantillonnage, des sous unités à échantillonner et des difficultés à se déplacer dans la mangrove. Pour ces diverses raisons, le choix des tiges à cuber n'a pu se faire par la méthode classique qui consiste à les choisir sélectivement pour constituer un échantillon homogène et représentatif de la zone d'étude. A défaut d'adopter la méthode classique, les tiges de diamètre à la base supérieur ou égal à 3,5 cm, de diamètre au fin bout supérieur ou égal à 3 cm et de longueur supérieures ou égales à 2 mètres ont été mesurées pour les calculs de volume. Ce premier choix discriminatoire a été fait en tenant compte de la qualité de bois rond sur écorce et de la longueur moyenne des tiges que les populations prélèvent dans la mangrove pour le bois de feu, le fumage du poisson, le soutènement et la confection des charpentes de maisons.

Mesures de volumes des tiges

Au cours de la collecte des paramètres dendrométriques, lorsque la tige est ramifiée au-dessous de la base, les ramifications sont mesurées et considérées comme des tiges séparées. Lorsque la tige présente une anomalie à l'emplacement du niveau de mesure, les mesures de circonférence et de longueur sont prises légèrement au-dessus de la forme irrégulière (Dallmeier, 1992). Tenant compte de l'ensemble de ces critères de choix des tiges, leur volume sur pied abattu a été estimé à l'aide de la formule de Newton :

$$V = \frac{L}{24\pi} (c_o^2 + c_f^2 + 4c_m^2)$$

C_0 = circonférence à 1 cm au-dessus des racines échasses

C_r = circonférence au fin bout de la tige

C_m = circonférence au milieu de la tige

L = longueur de la tige à cuber

Celle-ci a été choisie grâce à de son niveau de performance dans l'estimation du volume de différent corps de révolution selon Rondeux (1993).

Traitement et analyse des données

Les tiges, ayant satisfait aux critères dendrométriques, sont cubées par la formule de Newton à l'aide du progiciel *Excel*. Le prétraitement des données est basé sur une analyse statistique de la variation de la valeur moyenne du coefficient de forme des tiges ± 2 fois la valeur de leur écart-type. Ce prétraitement qui a permis d'homogénéiser les échantillons de tiges par unité d'échantillonnage entre dans le cadre de l'apurement des données suggéré par Picard et al. (2012). Pour que les tarifs élaborés soient valables à l'échelle de la Réserve de Biosphère, les tiges issues de peuplements mono spécifiques ont été regroupées indépendamment des unités d'échantillonnage. Ainsi, l'échantillon homogène obtenu était de 125 tiges pour les peuplements de *Rhizophora mangle* L. de hauteur moyenne les plus représentatifs au Delta du Saloum. Celui constitué de *R. racemosa/harisonnii*, issu des deux types de strates, était de 107 tiges. Après avoir constitué les échantillons, l'élaboration des tarifs de cubage a nécessité l'identification d'ajustements déjà testés par divers auteurs comme Rondeux (1993) et Arsenault (1993). Ces ajustements sont : $Y_1 = a_0 + a_1 C_0^2 L$; $Y_2 = a_0 + a_1 C_0^2 + a_2 C_0^2 L$ et $Y_3 = a_0 + a_1 C_m^2 L$. Les constantes (a_0 , a_1 et a_2) sont les coefficients de régression partielle des ajustements. Ces coefficients ont été déterminés en traitant les données à l'aide du logiciel *StatView5*. La pertinence des ajustements obtenus est analysée en considérant leurs caractéristiques statistiques notamment les coefficients de détermination, de corrélation et la moyenne quadratique des résidus absolus (Sa) et des résidus relatifs

(Sr). Le coefficient de variation résiduelle a été aussi déterminé par la formule suivante :

$$CVR = \frac{100x \sigma_{v,x}}{\bar{v}} \quad \text{où}$$

$$\sigma_{v,x} = \sqrt{\frac{1}{n-p-1} \sum_{i=1}^n (vi - ve)^2}$$

vi est le volume mesuré et ve le volume estimé ;

n est l'effectif des tiges et p le nombre de variables explicatives ;

$\sigma_{v,x}$ est l'écart-type des résidus.

Les moyennes quadratiques des résidus absolus (Sa) et relatifs (Sr) qui sont de bons paramètres pour l'appréciation des ajustements (Palm, 1981 cité par Rondeux, 1993) ont été calculé à l'aide des formules suivantes :

$$S_a = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (vi - ve)^2} \quad \text{et}$$

$$S_r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{vi - ve}{ve}\right)^2}$$

Dans le but d'examiner la précision des tarifs élaborés, leurs limites de validité ont été déterminées à l'aide de la formule

$\bar{v} \pm \sigma$ avec \bar{v} correspondant au volume moyen des tiges et σ l'écart-type estimé des résidus. Ce dernier paramètre a été calculé pour chaque régression à l'aide de la formule suivante:

$$\sigma_{v.xi...xp} = \sqrt{\frac{1}{n-p-1} \sum_{i=1}^n (v_i - ve)^2}$$

A cet égard, un tarif de cubage est précis lorsque 68% des tiges qui constituent l'échantillon ont leur volume mesuré dans l'intervalle $\bar{v} \pm \sigma$ (Rondeux, 1993). Ce critère a permis de juger de la précision des tarifs élaborés. Les analyses statistiques ont été faites en utilisant le progiciel *Excel* et *Statview5* pour le calcul des volumes, les analyses ANOVA et le test uni-varié.

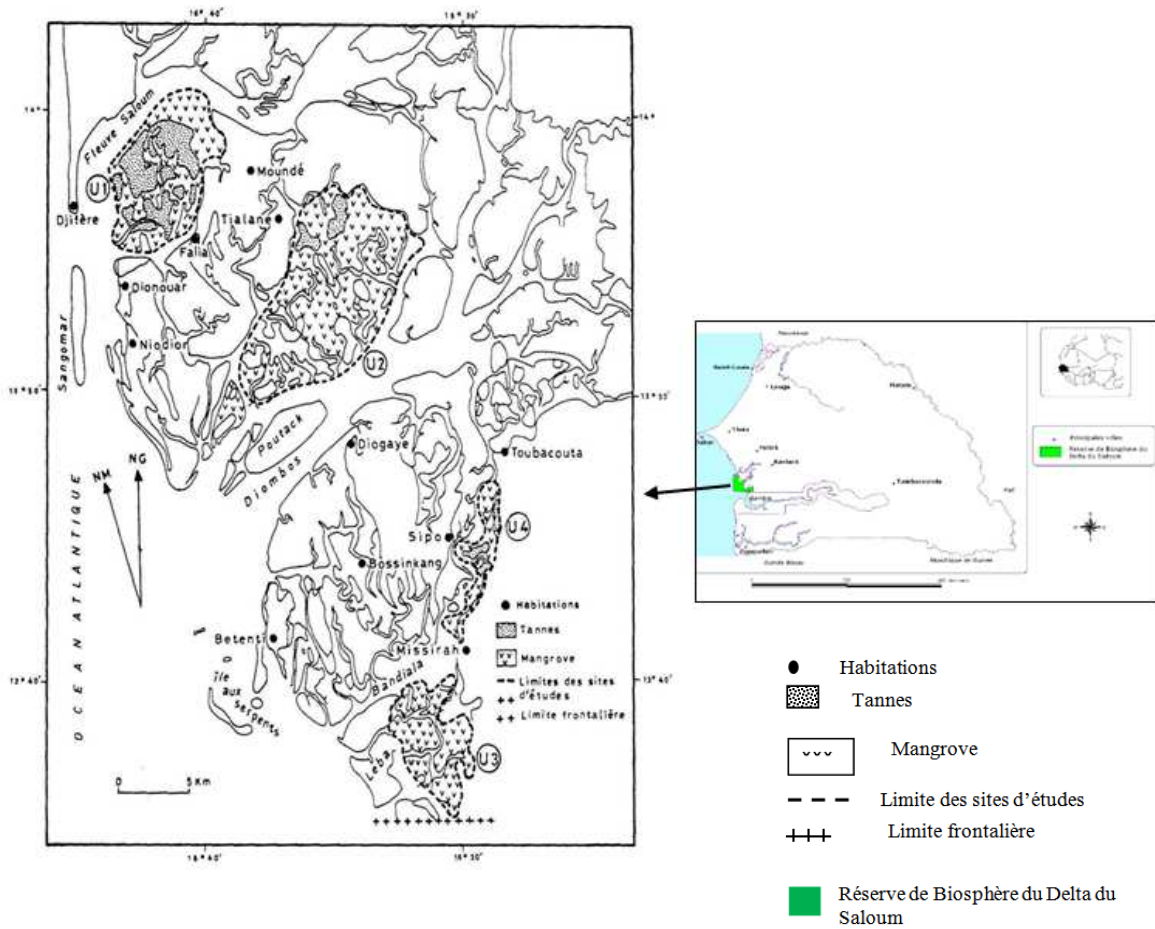


Figure 1 : Localisation des unités d'échantillonnage.

RESULTATS

L'échantillon homogène de 125 tiges de *R. mangle* a permis d'élaborer trois régressions pour la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum. Les caractéristiques dendrométriques des tiges de l'échantillon sont consignées dans le Tableau 1. Il s'agit principalement de la longueur de la tige, sa circonférence à différentes hauteurs données et le volume correspondant.

Tarifs de cubage de *Rhizophora mangle*

Le traitement des données avec le logiciel *Statview5* a permis de calculer les coefficients de régression partielle des trois tarifs de cubage. Leurs coefficients sont consignés dans le Tableau 2. Parmi eux, a_0 est une valeur constante pour toutes les tiges à cuber alors que les coefficients a_1 et a_2 pondèrent la contribution des variables explicatives dans la détermination de la variable expliquée (volume).

Le calcul de ces coefficients a permis d'établir la formule mathématique de chaque tarif de cubage. Ces tarifs de cubage individuel sont respectivement : $Y_1 = 0,001+0,045 (C_{0,1})^2L$ avec $R^2 = 0,965$; $Y_2 = 0,0004+0,045 (C_{0,1})^2+ 0,037(C_{0,1})^2L$ avec $R^2 = 0,968$ et $Y_3 = 0,0001+0,079(C_m)^2L$; avec $R^2 = 0,993$. Chacun de ces tarifs permet de calculer le volume d'une tige en mètre cube.

Analyse de la pertinence des tarifs de cubage de *Rhizophora mangle*

Les paramètres statistiques considérés dans cette analyse sont les coefficients de détermination, de corrélation, de variation résiduelle et la moyenne quadratique des résidus absolus et relatifs de chaque régression. La valeur calculée de chacun de ces paramètres exprime le degré de pertinence de chaque régression. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 3. Les valeurs élevées des coefficients de détermination et de corrélation témoignent théoriquement d'une bonne régression. Celles du coefficient de variation résiduelle indiquent que la régression est pertinente lorsqu'elles sont faibles. Il en est de même pour les moyennes quadratiques des résidus absolus et résidus relatifs.

L'analyse des résultats montre que toutes les régressions élaborées sont pertinentes eu égard aux paramètres statistiques considérés. Les tarifs les plus pertinents sont respectivement Y_3 , Y_2 et Y_1 lorsque l'on tient compte de l'ensemble des paramètres statistiques.

Analyse de la précision des tarifs élaborés pour *R. mangle*

La détermination des limites de validité de la régression Y_1 montre que celles-ci sont comprises dans l'intervalle [0,0068 - 0,011 m³]. Celles de Y_2 et Y_3 sont comprises respectivement dans les intervalles [0,003 -

0,015] et [0,008 - 0,010 m³]. Il ressort que seulement 22,4% des tiges de l'échantillon ont leur volume dans les limites de validité de Y_1 . Ce résultat signifie que Y_1 présente un petit intervalle de validité pour les mesures de volume. Dans le cas de la régression Y_2 , l'analyse des résultats montre que 72,8% des tiges ont leur volume dans l'intervalle de validité du tarif. Il ressort donc que le tarif Y_2 est très précis dans le cubage des tiges de *R. mangle*. Quant à la régression Y_3 , l'imprécision est marquée par le fait que seules 17,6% des tiges ont leur volume dans ledit intervalle. Tenant compte des limites de validité des différentes régressions, le meilleur tarif (Y_2) a été représenté sous forme de table de cubage individuel (Tableau 4). Celle-ci permet de déterminer le volume d'une tige en croisant ses paramètres dendrométriques notamment la circonférence à une hauteur donnée ($C_{0,1}$) et sa longueur totale (L).

Tarifs de cubages de *R. racemosa/harisonnii*

A la suite du prétraitement des données, 107 tiges de *R. racemosa/harisonnii* ont été échantillonnées pour élaborer des tarifs de cubage. Elles présentent l'échantillon homogène dont les caractéristiques dendrométriques sont consignées dans le Tableau 5. Cet échantillon de 107 tiges a permis d'élaborer trois régressions Y_4 , Y_5 , Y_6 à l'aide du logiciel *Statview5*. Leurs coefficients de régression, paramètres statistiques d'appréciation des ajustements, sont consignés dans le Tableau 6. Ils ont permis d'établir les formules mathématiques de trois tarifs de cubage ainsi qu'il suit :

$$Y_4 = 0,001+0,037(C_{0,1})^2L \text{ avec } R^2 = 0,956 ;$$

$$Y_5 = 0,0001+0,059(C_{0,1})^2+0,029(C_{0,1})^2L \text{ avec } R^2 = 0,967 ;$$

$$Y_6 = 0,00003+0,084(C_m)^2L \text{ avec } R^2 = 0,989.$$

Analyse de la pertinence des tarifs de cubages de *R. racemosa/harisonnii*

Les paramètres statistiques considérés dans cette analyse sont les mêmes que ceux précédemment utilisés pour les tarifs de cubage de *R. mangle* (Tableau 7). Les valeurs des différents coefficients et la moyenne quadratique des résidus absolus et des résidus relatifs montrent que Y_4 , Y_5 et Y_6 sont des régressions pertinentes. Toutefois, la régression Y_6 est la plus pertinente au regard des paramètres statistiques considérés. Elle donne théoriquement les meilleures estimations du volume des tiges de *R. racemosa/harisonnii*.

Analyse de la précision des tarifs de cubage de *R. racemosa/harisonnii*

Lorsque l'on analyse la précision des tarifs, en tenant compte de leurs limites de validité, il ressort que Y_4 est la régression la plus précise pour *R. racemosa/harisonnii*. Cependant, seulement 19,62% des tiges ont leur volume dans l'intervalle : volume moyen \pm l'écart-type estimé des résidus. Ce pourcentage étant inférieur à 68% des tiges, Y_4 bien que pertinent, par rapport aux paramètres statistiques étudiés, est considéré comme un tarif peu précis. Néanmoins, en considérant la nullité de la somme des résidus (volume mesuré-volume estimé = 0,06), l'étude propose l'utilisation du tarif à l'aide d'une table de cubage individuel (Tableau 8).

Tableau 1 : Caractéristiques dendrométriques des tiges de *Rhizophora mangle*.

L (m)	C_{0,1} (m)	C_m (m)	C_f (m)	Y (m³)
2,12	0,112	0,109	0,094	0,0019
2,59	0,12	0,095	0,094	0,0020
2,5	0,14	0,098	0,094	0,0022
2,3	0,13	0,115	0,094	0,0024
2,1	0,131	0,122	0,105	0,0024
2,24	0,166	0,115	0,094	0,0027
2,3	0,153	0,125	0,1	0,0029
2,44	0,149	0,128	0,094	0,0031
2,6	0,148	0,123	0,094	0,0031
2,26	0,146	0,14	0,095	0,0033
2,9	0,128	0,122	0,094	0,0033
2,56	0,16	0,14	0,094	0,0038
2,91	0,168	0,13	0,094	0,0040
2	0,182	0,163	0,12	0,0041
2,86	0,21	0,125	0,094	0,0044
2,39	0,198	0,148	0,117	0,0045
3	0,169	0,168	0,1	0,0060
2,6	0,216	0,183	0,095	0,0065
3,4	0,19	0,175	0,1	0,0076

2,16	0,245	0,217	0,206	0,0083
3	0,236	0,19	0,125	0,0086
2,67	0,235	0,199	0,17	0,0086
2,25	0,246	0,218	0,215	0,0089
4,41	0,199	0,17	0,094	0,0096
3,74	0,257	0,179	0,095	0,0101
3,78	0,24	0,225	0,094	0,0135
5,5	0,255	0,167	0,094	0,0135
2,46	0,32	0,265	0,189	0,0137
2,95	0,305	0,3	0,215	0,0195
4,12	0,283	0,245	0,204	0,0198
5,11	0,304	0,22	0,111	0,0202
2	0,177	0,13	0,13	0,0031
2,1	0,151	0,121	0,11	0,0026
2,1	0,16	0,144	0,143	0,0036
2,1	0,172	0,143	0,14	0,0036
2,28	0,165	0,158	0,141	0,0044
2,3	0,2	0,136	0,094	0,0037
2,3	0,131	0,107	0,108	0,0023
2,31	0,164	0,133	0,098	0,0033
2,33	0,183	0,13	0,094	0,0034
2,45	0,16	0,106	0,094	0,0026
2,57	0,16	0,14	0,115	0,0040
2,8	0,117	0,102	0,094	0,0024
2,8	0,16	0,141	0,14	0,0046
2,8	0,18	0,132	0,131	0,0044
2,82	0,26	0,18	0,12	0,0079
2,87	0,145	0,136	0,127	0,0042
3	0,194	0,134	0,094	0,0047
3,1	0,133	0,11	0,094	0,0031
3,18	0,175	0,127	0,094	0,0044
3,2	0,21	0,145	0,094	0,0058
3,24	0,217	0,134	0,094	0,0055
3,26	0,205	0,154	0,1	0,0064
3,37	0,125	0,1	0,094	0,0029
3,5	0,18	0,103	0,094	0,0039
3,5	0,25	0,209	0,115	0,0116
3,65	0,19	0,152	0,094	0,0067

4	0,243	0,143	0,094	0,0079
4,49	0,31	0,21	0,13	0,0172
2,12	0,131	0,103	0,094	0,0019
2,18	0,13	0,108	0,094	0,0021
2,2	0,127	0,112	0,11	0,0023
2,84	0,11	0,1	0,095	0,0023
2,85	0,118	0,104	0,1	0,0025
2,37	0,13	0,115	0,105	0,0025
2,6	0,136	0,11	0,094	0,0026
2,15	0,148	0,127	0,107	0,0028
2,36	0,156	0,12	0,094	0,0028
4,38	0,24	0,22	0,115	0,0154
3,39	0,129	0,105	0,094	0,0031
3	0,13	0,115	0,1	0,0032
3,14	0,124	0,121	0,096	0,0035
2,94	0,156	0,118	0,094	0,0035
2,54	0,165	0,155	0,103	0,0045
2,12	0,21	0,158	0,148	0,0047
4,24	0,134	0,12	0,094	0,0048
3,45	0,145	0,143	0,094	0,0051
4,83	0,149	0,121	0,094	0,0057
2,38	0,209	0,17	0,158	0,0058
3,87	0,169	0,14	0,094	0,0059
3	0,19	0,16	0,125	0,0061
3,74	0,161	0,16	0,13	0,0072
3,75	0,182	0,158	0,117	0,0073
2,92	0,199	0,18	0,18	0,0078
2,44	0,219	0,218	0,188	0,0089
3,34	0,21	0,191	0,105	0,0089
4,12	0,22	0,163	0,094	0,0089
4,2	0,201	0,169	0,095	0,0091
4,6	0,219	0,174	0,094	0,0109
4,65	0,185	0,183	0,102	0,0110
4,5	0,22	0,181	0,12	0,0116
3,76	0,241	0,218	0,101	0,0129
6	0,213	0,174	0,094	0,0140
2,14	0,127	0,105	0,094	0,0020
2,4	0,132	0,128	0,111	0,0030

2,9	0,142	0,128	0,095	0,0036
2,27	0,176	0,145	0,114	0,0039
2,73	0,166	0,133	0,095	0,0039
2,34	0,163	0,145	0,121	0,0039
3	0,182	0,118	0,095	0,0039
3	0,155	0,125	0,111	0,0039
2,3	0,175	0,151	0,105	0,0041
3,23	0,151	0,134	0,105	0,0045
2,67	0,179	0,157	0,11	0,0051
2,7	0,18	0,15	0,15	0,0052
2,7	0,19	0,184	0,1	0,0065
3	0,196	0,178	0,103	0,0070
2,8	0,2	0,178	0,151	0,0070
2,13	0,245	0,245	0,24	0,0101
3	0,245	0,201	0,175	0,0100
3,15	0,23	0,222	0,139	0,0113
4,1	0,264	0,178	0,106	0,0113
3,42	0,254	0,211	0,094	0,0114
2,84	0,295	0,234	0,121	0,0121
5,18	0,23	0,195	0,11	0,0149
3,68	0,254	0,245	0,17	0,0163
4,81	0,27	0,211	0,094	0,0166
5,67	0,258	0,22	0,115	0,0206
5,3	0,33	0,24	0,106	0,0247
4,18	0,325	0,28	0,265	0,0271
5,83	0,376	0,262	0,185	0,0348
6,1	0,426	0,272	0,16	0,0407
4,76	0,48	0,399	0,135	0,0559
6,35	0,445	0,348	0,185	0,0604
3,98	0,587	0,445	0,239	0,0630

Y = volume en m³ ; C_{0,1} = circonférence à 1 cm au-dessus des racines échasses ; C_f = circonférence au fin bout de la tige ; C_m = circonférence au milieu de la tige ; L = longueur de la tige à cuber

Tableau 2 : Coefficients de régression partielle des ajustements.

Régressions	Coefficients de régression partielle		
	a_0	a_1	a_2
Y ₁	0,001	0,045	-
Y ₂	0,0004	0,045	0,037
Y ₃	0,0001	0,079	-

Tableau 3: Paramètres statistiques des régressions.

Régressions	Coefficients de détermination	Coefficients de corrélation	Coefficients de variation résiduelle (%)	Moyennes quadratiques des résidus	
				absolus	relatifs
Y ₁	0,965	0,982	22,25	0,0019	0,18
Y ₂	0,968	0,984	21,27	0,0018	0,17
Y ₃	0,993	0,997	9,72	0,0008	0,07

Tableau 4 : Coefficients de régression partiel des ajustements.

Régressions	Coefficients de régression partielle		
	a_0	a_1	a_2
Y ₄	0,001	0,037	-
Y ₅	0,0001	0,059	0,029
Y ₆	0,00003	0,084	-

Tableau 5: Paramètres statistiques des régressions.

Régressions	Coefficients de détermination	Coefficients de corrélation	Coefficients de variation résiduelle (%)	Moyennes quadratiques des résidus	
				absolu	relatifs
Y ₄	0,956	0,978	23,4	0,003	0,17
Y ₅	0,967	0,983	20,8	0,003	0,17
Y ₆	0,989	0,995	11,5	0,001	0,08

Tableau 6 : Tarif de cubage de *R. mangle*.

C _{0,1} (m)	Longueur des tiges (m)													
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
0,11	0,0018	0,0021	0,0023	0,0025	0,0027	0,0030	0,0032	0,0034	0,0036	0,0039	0,0041	0,0043	0,0045	0,0047
0,115	0,0020	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0032	0,0034	0,0037	0,0039	0,0042	0,0044	0,0047	0,0049	0,0052
0,12	0,0021	0,0024	0,0026	0,0029	0,0032	0,0034	0,0037	0,0040	0,0042	0,0045	0,0048	0,0050	0,0053	0,0056
0,125	0,0023	0,0025	0,0028	0,0031	0,0034	0,0037	0,0040	0,0043	0,0046	0,0049	0,0052	0,0054	0,0057	0,0060
0,13	0,0024	0,0027	0,0030	0,0033	0,0037	0,0040	0,0043	0,0046	0,0049	0,0052	0,0055	0,0059	0,0062	0,0065
0,135	0,0026	0,0029	0,0032	0,0036	0,0039	0,0043	0,0046	0,0049	0,0053	0,0056	0,0059	0,0063	0,0066	0,0070
0,14	0,0027	0,0031	0,0035	0,0038	0,0042	0,0045	0,0049	0,0053	0,0056	0,0060	0,0064	0,0067	0,0071	0,0074
0,145	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0045	0,0048	0,0052	0,0056	0,0060	0,0064	0,0068	0,0072	0,0076	0,0080
0,15	0,0031	0,0035	0,0039	0,0043	0,0047	0,0052	0,0056	0,0060	0,0064	0,0068	0,0072	0,0077	0,0081	0,0085
0,155	0,0033	0,0037	0,0041	0,0046	0,0050	0,0055	0,0059	0,0064	0,0068	0,0073	0,0077	0,0081	0,0086	0,0090
0,16	0,0034	0,0039	0,0044	0,0049	0,0053	0,0058	0,0063	0,0068	0,0072	0,0077	0,0082	0,0087	0,0091	0,0096
0,165	0,0036	0,0041	0,0046	0,0052	0,0057	0,0062	0,0067	0,0072	0,0077	0,0082	0,0087	0,0092	0,0097	0,0102
0,17	0,0038	0,0044	0,0049	0,0054	0,0060	0,0065	0,0070	0,0076	0,0081	0,0087	0,0092	0,0097	0,0103	0,0108
0,175	0,0040	0,0046	0,0052	0,0057	0,0063	0,0069	0,0074	0,0080	0,0086	0,0091	0,0097	0,0103	0,0108	0,0114
0,18	0,0043	0,0049	0,0055	0,0061	0,0067	0,0073	0,0079	0,0085	0,0091	0,0097	0,0102	0,0108	0,0114	0,0120
0,185	0,0045	0,0051	0,0057	0,0064	0,0070	0,0076	0,0083	0,0089	0,0095	0,0102	0,0108	0,0114	0,0121	0,0127
0,19	0,0047	0,0054	0,0060	0,0067	0,0074	0,0080	0,0087	0,0094	0,0100	0,0107	0,0114	0,0120	0,0127	0,0134
0,195	0,0049	0,0056	0,0063	0,0070	0,0077	0,0084	0,0091	0,0098	0,0106	0,0113	0,0120	0,0127	0,0134	0,0141
0,2	0,0052	0,0059	0,0066	0,0074	0,0081	0,0089	0,0096	0,0103	0,0111	0,0118	0,0126	0,0133	0,0140	0,0148
0,205	0,0054	0,0062	0,0070	0,0077	0,0085	0,0093	0,0101	0,0108	0,0116	0,0124	0,0132	0,0140	0,0147	0,0155
0,21	0,0056	0,0065	0,0073	0,0081	0,0089	0,0097	0,0105	0,0114	0,0122	0,0130	0,0138	0,0146	0,0154	0,0163
0,215	0,0059	0,0068	0,0076	0,0085	0,0093	0,0102	0,0110	0,0119	0,0127	0,0136	0,0145	0,0153	0,0162	0,0170
0,22	0,0062	0,0071	0,0080	0,0088	0,0097	0,0106	0,0115	0,0124	0,0133	0,0142	0,0151	0,0160	0,0169	0,0178
0,225	0,0064	0,0074	0,0083	0,0092	0,0102	0,0111	0,0120	0,0130	0,0139	0,0149	0,0158	0,0167	0,0177	0,0186
0,23	0,0067	0,0077	0,0087	0,0096	0,0106	0,0116	0,0126	0,0135	0,0145	0,0155	0,0165	0,0175	0,0184	0,0194
0,235	0,0070	0,0080	0,0090	0,0100	0,0111	0,0121	0,0131	0,0141	0,0151	0,0162	0,0172	0,0182	0,0192	0,0203
0,24	0,0073	0,0083	0,0094	0,0105	0,0115	0,0126	0,0136	0,0147	0,0158	0,0168	0,0179	0,0190	0,0200	0,0211
0,245	0,0075	0,0087	0,0098	0,0109	0,0120	0,0131	0,0142	0,0153	0,0164	0,0175	0,0186	0,0198	0,0209	0,0220
0,25	0,0078	0,0090	0,0102	0,0113	0,0125	0,0136	0,0148	0,0159	0,0171	0,0182	0,0194	0,0206	0,0217	0,0229
0,255	0,0081	0,0093	0,0105	0,0117	0,0129	0,0142	0,0154	0,0166	0,0178	0,0190	0,0202	0,0214	0,0226	0,0238
0,26	0,0084	0,0097	0,0109	0,0122	0,0134	0,0147	0,0159	0,0172	0,0184	0,0197	0,0210	0,0222	0,0235	0,0247

0,265	0,0088	0,0101	0,0114	0,0127	0,0140	0,0153	0,0166	0,0179	0,0192	0,0204	0,0217	0,0230	0,0243	0,0256
0,27	0,0091	0,0104	0,0118	0,0131	0,0145	0,0158	0,0172	0,0185	0,0199	0,0212	0,0226	0,0239	0,0253	0,0266
0,275	0,0094	0,0108	0,0122	0,0136	0,0150	0,0164	0,0178	0,0192	0,0206	0,0220	0,0234	0,0248	0,0262	0,0276
0,28	0,0097	0,0112	0,0126	0,0141	0,0155	0,0170	0,0184	0,0199	0,0213	0,0228	0,0242	0,0257	0,0271	0,0286
0,285	0,0101	0,0116	0,0131	0,0146	0,0161	0,0176	0,0191	0,0206	0,0221	0,0236	0,0251	0,0266	0,0281	0,0296
0,29	0,0104	0,0120	0,0135	0,0151	0,0166	0,0182	0,0197	0,0213	0,0229	0,0244	0,0260	0,0275	0,0291	0,0306
0,295	0,0108	0,0124	0,0140	0,0156	0,0172	0,0188	0,0204	0,0220	0,0236	0,0252	0,0269	0,0285	0,0301	0,0317
0,3	0,0111	0,0128	0,0144	0,0161	0,0178	0,0194	0,0211	0,0228	0,0244	0,0261	0,0278	0,0294	0,0311	0,0328
0,305	0,0115	0,0132	0,0149	0,0166	0,0184	0,0201	0,0218	0,0235	0,0252	0,0270	0,0287	0,0304	0,0321	0,0338
0,31	0,0118	0,0136	0,0154	0,0172	0,0189	0,0207	0,0225	0,0243	0,0261	0,0278	0,0296	0,0314	0,0332	0,0349
0,315	0,0122	0,0140	0,0159	0,0177	0,0196	0,0214	0,0232	0,0251	0,0269	0,0287	0,0306	0,0324	0,0342	0,0361
0,32	0,0126	0,0145	0,0164	0,0183	0,0202	0,0221	0,0240	0,0258	0,0277	0,0296	0,0315	0,0334	0,0353	0,0372
0,325	0,0130	0,0149	0,0169	0,0188	0,0208	0,0227	0,0247	0,0266	0,0286	0,0306	0,0325	0,0345	0,0364	0,0384
0,33	0,0134	0,0154	0,0174	0,0194	0,0214	0,0234	0,0254	0,0275	0,0295	0,0315	0,0335	0,0355	0,0375	0,0395
0,335	0,0138	0,0158	0,0179	0,0200	0,0221	0,0241	0,0262	0,0283	0,0304	0,0324	0,0345	0,0366	0,0387	0,0407
0,34	0,0142	0,0163	0,0184	0,0206	0,0227	0,0248	0,0270	0,0291	0,0313	0,0334	0,0355	0,0377	0,0398	0,0420
0,345	0,0146	0,0168	0,0190	0,0212	0,0234	0,0256	0,0278	0,0300	0,0322	0,0344	0,0366	0,0388	0,0410	0,0432
0,35	0,0150	0,0172	0,0195	0,0218	0,0240	0,0263	0,0286	0,0308	0,0331	0,0354	0,0376	0,0399	0,0422	0,0444
0,355	0,0154	0,0177	0,0201	0,0224	0,0247	0,0271	0,0294	0,0317	0,0340	0,0364	0,0387	0,0410	0,0434	0,0457
0,36	0,0158	0,0182	0,0206	0,0230	0,0254	0,0278	0,0302	0,0326	0,0350	0,0374	0,0398	0,0422	0,0446	0,0470
0,365	0,0163	0,0187	0,0212	0,0236	0,0261	0,0286	0,0310	0,0335	0,0360	0,0384	0,0409	0,0434	0,0458	0,0483
0,37	0,0167	0,0192	0,0218	0,0243	0,0268	0,0294	0,0319	0,0344	0,0370	0,0395	0,0420	0,0446	0,0471	0,0496
0,375	0,0171	0,0197	0,0223	0,0249	0,0275	0,0301	0,0327	0,0353	0,0379	0,0405	0,0432	0,0458	0,0484	0,0510
0,38	0,0176	0,0203	0,0229	0,0256	0,0283	0,0309	0,0336	0,0363	0,0390	0,0416	0,0443	0,0470	0,0496	0,0523
0,385	0,0180	0,0208	0,0235	0,0263	0,0290	0,0317	0,0345	0,0372	0,0400	0,0427	0,0455	0,0482	0,0509	0,0537
0,39	0,0185	0,0213	0,0241	0,0269	0,0298	0,0326	0,0354	0,0382	0,0410	0,0438	0,0466	0,0495	0,0523	0,0551
0,395	0,0190	0,0219	0,0247	0,0276	0,0305	0,0334	0,0363	0,0392	0,0421	0,0449	0,0478	0,0507	0,0536	0,0565
0,4	0,0194	0,0224	0,0254	0,0283	0,0313	0,0342	0,0372	0,0402	0,0431	0,0461	0,0490	0,0520	0,0550	0,0579
0,405	0,0199	0,0230	0,0260	0,0290	0,0321	0,0351	0,0381	0,0412	0,0442	0,0472	0,0503	0,0533	0,0563	0,0594
0,41	0,0204	0,0235	0,0266	0,0297	0,0328	0,0360	0,0391	0,0422	0,0453	0,0484	0,0515	0,0546	0,0577	0,0608
0,415	0,0209	0,0241	0,0273	0,0305	0,0336	0,0368	0,0400	0,0432	0,0464	0,0496	0,0528	0,0559	0,0591	0,0623
0,42	0,0214	0,0247	0,0279	0,0312	0,0344	0,0377	0,0410	0,0442	0,0475	0,0508	0,0540	0,0573	0,0606	0,0638

$$Y2 = 0,0004 + 0,045 (C_{0,i})^2 + 0,037 (C_{0,i})^2 L ; R^2 = 0,968 ; Y2 (m^3).$$

Tableau 7: Caractéristiques dendrométriques des tiges de *R. racemosa/harisonii*.

L (m)	C _{0,1} (m)	C _m (m)	C _f (m)	Y (m ³)
2	0,141	0,115	0,0942	0,0022
2,5	0,172	0,122	0,095	0,0033
2,87	0,187	0,11	0,096	0,0035
2,8	0,17	0,123	0,098	0,0037
3	0,19	0,115	0,095	0,0039
2,72	0,181	0,133	0,095	0,0041
3,17	0,179	0,124	0,095	0,0043
3,46	0,178	0,126	0,0942	0,0048
2,6	0,191	0,153	0,131	0,0051
2,75	0,221	0,145	0,135	0,0055
2,74	0,175	0,165	0,141	0,0058
3,6	0,213	0,132	0,1	0,006
4,7	0,167	0,13	0,0942	0,0065
3,54	0,228	0,147	0,101	0,007
2,35	0,248	0,195	0,159	0,0074
3,75	0,201	0,162	0,141	0,0082
3,79	0,22	0,165	0,095	0,0084
3,74	0,241	0,166	0,0942	0,0088
5,7	0,218	0,153	0,0942	0,0113
4,6	0,296	0,166	0,0942	0,0126
3,38	0,3	0,232	0,118	0,0143
6,7	0,233	0,205	0,1	0,0207
6,34	0,302	0,206	0,11	0,023
3,23	0,372	0,297	0,221	0,0231
6,55	0,306	0,211	0,00942	0,0236
4,5	0,371	0,26	0,102	0,025
7,5	0,34	0,193	0,095	0,0272
4,18	0,375	0,291	0,205	0,0289
8,56	0,35	0,196	0,0942	0,0324
4,91	0,572	0,365	0,228	0,0594
2,33	0,119	0,1	0,0942	0,0019
2,12	0,148	0,107	0,0942	0,0022
2,5	0,124	0,108	0,0942	0,0024
2,18	0,149	0,113	0,0942	0,0024
2,75	0,143	0,1	0,0942	0,0025
2,89	0,136	0,109	0,0942	0,0029

2,5	0,18	0,118	0,095	0,0032
2,39	0,17	0,13	0,0942	0,0033
2,34	0,149	0,136	0,113	0,0034
2,28	0,188	0,144	0,0942	0,0038
2,65	0,203	0,122	0,0942	0,0039
2,13	0,195	0,151	0,0942	0,0039
2,87	0,17	0,132	0,0942	0,0041
3,3	0,157	0,13	0,115	0,0046
3,4	0,176	0,136	0,0942	0,0051
3,32	0,205	0,129	0,0942	0,0052
2,21	0,199	0,175	0,16	0,0055
3,9	0,176	0,132	0,0942	0,0057
3,19	0,196	0,15	0,113	0,006
2,8	0,211	0,166	0,102	0,0061
4,65	0,175	0,129	0,0942	0,0065
2,26	0,225	0,202	0,16	0,0072
4,56	0,172	0,146	0,0942	0,0075
3,45	0,207	0,167	0,1	0,0075
4,25	0,215	0,141	0,0942	0,0076
4,8	0,188	0,147	0,0942	0,0083
4,63	0,219	0,151	0,0942	0,0091
4,4	0,238	0,165	0,11	0,0104
4,5	0,234	0,166	0,0942	0,0104
3,75	0,234	0,189	0,128	0,0107
5,8	0,206	0,16	0,0942	0,0118
5	0,24	0,178	0,102	0,0129
4,46	0,274	0,184	0,0942	0,013
2,87	0,37	0,273	0,218	0,0184
6,5	0,3	0,24	0,095	0,0284
6,2	0,353	0,233	0,101	0,029
5,72	0,352	0,28	0,098	0,0339
7,52	0,337	0,249	0,112	0,0373
2,9	0,503	0,45	0,32	0,0448
8,32	0,517	0,354	0,139	0,087
2,47	0,196	0,151	0,115	0,0047
2,47	0,189	0,142	0,0942	0,0041
2,58	0,16	0,155	0,096	0,0045
2,83	0,235	0,218	0,118	0,0097
3,52	0,177	0,133	0,098	0,0052
3,67	0,188	0,14	0,101	0,006

3,74	0,2	0,146	0,104	0,0068
2	0,141	0,115	0,0942	0,0022
2,5	0,172	0,122	0,095	0,0033
2,87	0,187	0,11	0,096	0,0035
2,8	0,17	0,123	0,098	0,0037
3	0,19	0,115	0,095	0,0039
2,72	0,181	0,133	0,095	0,0041
3,17	0,179	0,124	0,095	0,0043
3,46	0,178	0,126	0,0942	0,0048
2,6	0,191	0,153	0,131	0,0051
2,75	0,221	0,145	0,135	0,0055
2,74	0,175	0,165	0,141	0,0058
3,6	0,213	0,132	0,1	0,006
4,7	0,167	0,13	0,0942	0,0065
3,54	0,228	0,147	0,101	0,007
2,35	0,248	0,195	0,159	0,0074
3,75	0,201	0,162	0,141	0,0082
3,79	0,22	0,165	0,095	0,0084
3,74	0,241	0,166	0,0942	0,0088
5,7	0,218	0,153	0,0942	0,0113
4,6	0,296	0,166	0,0942	0,0126
3,38	0,3	0,232	0,118	0,0143
6,7	0,233	0,205	0,1	0,0207
6,34	0,302	0,206	0,11	0,023
3,23	0,372	0,297	0,221	0,0231
6,55	0,306	0,211	0,00942	0,0236
4,5	0,371	0,26	0,102	0,025
7,5	0,34	0,193	0,095	0,0272
4,18	0,375	0,291	0,205	0,0289
8,56	0,35	0,196	0,0942	0,0324
4,91	0,572	0,365	0,228	0,0594

Tableau 8 : Tarif de cubage de *R. racemosa/harisonnii*.

C _{0,1} (m)	Longueur des tiges (m)													
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
0,15	0,0027	0,0031	0,0035	0,0039	0,0043	0,0047	0,0052	0,0056	0,0060	0,0064	0,0127	0,0072	0,0077	0,0081
0,155	0,0028	0,0032	0,0037	0,0041	0,0046	0,0050	0,0054	0,0059	0,0063	0,0068	0,0132	0,0077	0,0081	0,0086
0,16	0,0029	0,0034	0,0038	0,0043	0,0048	0,0053	0,0057	0,0062	0,0067	0,0072	0,0138	0,0081	0,0086	0,0091
0,165	0,0030	0,0035	0,0040	0,0045	0,0050	0,0055	0,0060	0,0065	0,0070	0,0075	0,0145	0,0086	0,0091	0,0096
0,17	0,0031	0,0037	0,0042	0,0047	0,0053	0,0058	0,0063	0,0069	0,0074	0,0080	0,0151	0,0090	0,0096	0,0101
0,175	0,0033	0,0038	0,0044	0,0050	0,0055	0,0061	0,0067	0,0072	0,0078	0,0084	0,0157	0,0095	0,0101	0,0106
0,18	0,0034	0,0040	0,0046	0,0052	0,0058	0,0064	0,0070	0,0076	0,0082	0,0088	0,0164	0,0100	0,0106	0,0112
0,185	0,0035	0,0042	0,0048	0,0054	0,0061	0,0067	0,0073	0,0080	0,0086	0,0092	0,0171	0,0105	0,0111	0,0118
0,19	0,0037	0,0043	0,0050	0,0057	0,0063	0,0070	0,0077	0,0083	0,0090	0,0097	0,0177	0,0110	0,0117	0,0124
0,195	0,0038	0,0045	0,0052	0,0059	0,0066	0,0073	0,0080	0,0087	0,0094	0,0101	0,0184	0,0116	0,0123	0,0130
0,2	0,0040	0,0047	0,0054	0,0062	0,0069	0,0077	0,0084	0,0091	0,0099	0,0106	0,0191	0,0121	0,0128	0,0136
0,205	0,0041	0,0049	0,0057	0,0064	0,0072	0,0080	0,0088	0,0096	0,0103	0,0111	0,0198	0,0127	0,0134	0,0142
0,21	0,0043	0,0051	0,0059	0,0067	0,0075	0,0083	0,0092	0,0100	0,0108	0,0116	0,0206	0,0132	0,0141	0,0149
0,215	0,0044	0,0053	0,0061	0,0070	0,0078	0,0087	0,0096	0,0104	0,0113	0,0121	0,0213	0,0138	0,0147	0,0155
0,22	0,0046	0,0055	0,0064	0,0073	0,0082	0,0091	0,0100	0,0108	0,0117	0,0126	0,0221	0,0144	0,0153	0,0162
0,225	0,0047	0,0057	0,0066	0,0076	0,0085	0,0094	0,0104	0,0113	0,0122	0,0132	0,0229	0,0150	0,0160	0,0169
0,23	0,0049	0,0059	0,0069	0,0079	0,0088	0,0098	0,0108	0,0118	0,0127	0,0137	0,0236	0,0157	0,0167	0,0176
0,235	0,0051	0,0061	0,0071	0,0082	0,0092	0,0102	0,0112	0,0122	0,0133	0,0143	0,0244	0,0163	0,0173	0,0184
0,24	0,0053	0,0063	0,0074	0,0085	0,0095	0,0106	0,0117	0,0127	0,0138	0,0149	0,0252	0,0170	0,0180	0,0191
0,245	0,0054	0,0066	0,0077	0,0088	0,0099	0,0110	0,0121	0,0132	0,0143	0,0154	0,0261	0,0177	0,0188	0,0199
0,25	0,0056	0,0068	0,0079	0,0091	0,0103	0,0114	0,0126	0,0137	0,0149	0,0160	0,0269	0,0183	0,0195	0,0207
0,255	0,0058	0,0070	0,0082	0,0094	0,0106	0,0118	0,0130	0,0142	0,0154	0,0166	0,0277	0,0190	0,0202	0,0215
0,26	0,0060	0,0073	0,0085	0,0098	0,0110	0,0123	0,0135	0,0148	0,0160	0,0173	0,0286	0,0198	0,0210	0,0223
0,265	0,0062	0,0075	0,0088	0,0101	0,0114	0,0127	0,0140	0,0153	0,0166	0,0179	0,0295	0,0205	0,0218	0,0231
0,27	0,0064	0,0077	0,0091	0,0104	0,0118	0,0131	0,0145	0,0158	0,0172	0,0185	0,0304	0,0212	0,0226	0,0239
0,275	0,0066	0,0080	0,0094	0,0108	0,0122	0,0136	0,0150	0,0164	0,0178	0,0192	0,0313	0,0220	0,0234	0,0248
0,28	0,0068	0,0083	0,0097	0,0112	0,0126	0,0141	0,0155	0,0170	0,0184	0,0199	0,0322	0,0228	0,0242	0,0257
0,285	0,0070	0,0085	0,0100	0,0115	0,0130	0,0145	0,0160	0,0175	0,0190	0,0205	0,0331	0,0235	0,0250	0,0265
0,29	0,0072	0,0088	0,0103	0,0119	0,0134	0,0150	0,0166	0,0181	0,0197	0,0212	0,0340	0,0243	0,0259	0,0274
0,295	0,0074	0,0090	0,0107	0,0123	0,0139	0,0155	0,0171	0,0187	0,0203	0,0219	0,0350	0,0251	0,0268	0,0284
0,3	0,0077	0,0093	0,0110	0,0127	0,0143	0,0160	0,0177	0,0193	0,0210	0,0226	0,0360	0,0260	0,0276	0,0293
0,42	0,0141	0,0173	0,0206	0,0238	0,0271	0,0304	0,0336	0,0369	0,0402	0,0434	0,0630	0,0500	0,0532	0,0565

$Y_4 = 0,001 + 0,037(C_{0,1})^2 L$ avec $R^2 = 0,956$; Y_4 en m^3

DISCUSSION

Estimateur de la biomasse volumique des tiges de mangrove

La sélection des tiges destinées à l'élaboration des tarifs de cubages a été faite dans l'intervalle (coefficient moyen ± 2 fois l'écart type). Cette méthode a permis d'éliminer les tiges de forme irrégulière et de sélectionner celles qui se rapprochent le plus des quatre solides géométriques (Cylindre, Paraboloïde, Cône et Nêloïde) pour leur cubage à l'aide de la formule de Newton. Le choix des ajustements de type linéaire est lié au fait que les équations transformés sont sources de biais liés à une sous-estimation du volume des tiges selon Rondeux (1993). De plus, les ajustements linéaires choisis dans le cadre de cette étude ont déjà été testés avec succès dans la mangrove de Sangareya en république de Guinée par Arsenault (1993).

Analyse comparative des tarifs de cubages

Les résultats obtenus montrent que pour *R. mangle* aussi bien que pour *R. racemosa/harisonnii*, les tarifs de cubage sont pertinents lorsque l'analyse de leur performance se limite aux coefficients de détermination, de corrélation, de variation résiduelle et aux moyennes quadratique des résidus absolus et des résidus relatifs. Eu égard à ces paramètres, le test uni-varié montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les régressions élaborées ($P = 0.3$). Cependant, lorsque que l'on considère les limites de validité des tarifs définies par l'intervalle : volume moyen \pm l'écart-type estimé des résidus, seul le tarif Y_2 révèle une bonne précision pour *R. mangle*. C'est pour cette principale raison que l'étude retient $Y_2 = 0,0004 + 0,045 (C_{0,1})^2 + 0,037(C_{0,1})^2 L$ avec $R^2 = 0,968$ comme le meilleur tarif de cubage pour *R. mangle* au Delta du Saloum. Concernant *R. racemosa/harisonnii*, Y_4 est la régression la plus pertinente avec des limites de validité assez étroites. En fait, cette faible précision du tarif est liée au fait que seulement 19,62% des tiges ont leur volume dans ses limites de validité. Il serait aussi possible de se fonder sur l'élargissement de l'intervalle de validité qui deviendra : volume moyen ± 2 fois la valeur de l'écart-type estimé des résidus. A cette condition, 36,44% des tiges auront leur volume dans l'intervalle de validité du tarif, ce qui améliorerait relativement la précision du tarif.

Par ailleurs, les modèles d'ajustements élaborés dans le cadre de cette étude sont plus pertinents que ceux élaborés par Arsenault (1993) pour la mangrove de Sangareya en Guinée Conakry. En fait, Arsenault a testé le même ajustement : $Y = a_0 + a_1 C_b^2 L$ avec un échantillon

composite de 192 tiges (95 *Rhizophora mangle* et 97 *Avicennia germinans*). Ayant obtenu une régression avec un $R^2 = 0,63$, l'on constate que sa régression est moins pertinente que les nôtres. Cette différence de pertinence des régressions pourrait être liée à la nature de l'échantillon qui est issu de peuplements quasi mono spécifiques au Delta du Saloum et d'un mélange de tiges d'espèces différentes à Sangareya. Au Sénégal, Doyen et al. (1985) ont travaillé dans l'unité (U4) bien avant notre étude et élaboré cinq tarifs de cubage à partir de modèles soient logarithmiques ou exponentiels. Les coefficients de corrélation de leurs tarifs de cubage ont varié entre 0,993 et 0,997 alors que leurs coefficients de variation résiduelle ont varié entre 13,6% et 22,4%. Ces différents paramètres statistiques montrent que leurs régressions sont quasiment aussi pertinentes que les nôtres. Cependant, les statistiques générés par les modèles (logarithmes et exponentiels) pour l'estimation du volume des tiges font l'objet de débat entre les spécialistes de la dendrométrie. En fait, lors d'une transformation logarithmique, la droite résultante de l'équation ne passe plus par la moyenne des valeurs du volume des tiges, mais plutôt par la moyenne des logarithmes de ces valeurs. Les fondamentalistes pensent que la fonction logarithme (équation transformée) génère un coefficient de variation résiduel qui traduit l'erreur susceptible d'être commise sur la valeur moyenne de la variable dépendante. Mieux encore, même après le retour aux variables initiales, l'ajustement passera par la moyenne géométrique des volumes au lieu de leur moyenne arithmétique (Rondeux, 1993). L'effet de la transformation consiste donc à sous-estimer systématiquement le volume des tiges. D'ailleurs, d'autres auteurs soutiennent que la transformation logarithmique conduit souvent à un modèle non linéaire (Návar et al., 2002; Saint-André et al., 2005). Ces différentes considérations nous amènent à recommander l'utilisation d'ajustements non transformés pour la mangrove du Delta du Saloum.

Applicabilité des tarifs élaborés

Sur la base des résultats obtenus, Y_2 est applicable pour *R. mangle* au Delta du Saloum. Toutefois, les circonférences à la base devraient être comprises dans l'intervalle]0,10 - 0,43 m]. Cette précaution s'impose lorsque l'on doit respecter les limites de validités du tarif selon la théorie de Rondeux. D'ailleurs, il est à constater que les calibres du bois exploité par les populations se situent dans cet intervalle. Concernant *R. racemosa/harisonnii*, Y_4 serait applicable avec des

tiges de circonférences comprises entre]0,15 - 0,43 m]. Il apparaît donc que les intervalles de validité de ces deux tarifs conduisent quasiment aux mêmes mesures de circonférence pour le genre *Rhizophora*. Bien que Y_4 soit de faible précision, l'examen de la nullité des résidus entre le volume mesuré et celui estimé, montre que leur somme est de 0,06. Cette faible valeur (> 0) indique une sous-estimation du volume des tiges par Y_4 . Sur la base de ce critère d'analyse et dans l'hypothèse de mesures de circonférence en quantité proportionnelle à droite et à gauche des limites de validité du tarif, l'utilisation de l'ajustement serait sans risque de biaiser considérablement les mesures de volume des tiges de *R. racemosa/harisonnii*. Pour ces diverses raisons, l'étude recommande aussi l'utilisation des régressions Y_2 et Y_4 au Delta du Saloum.

Conclusion

Le présent article indique l'existence d'un besoin en bois de palétuvier des populations du Delta au moment où la ressource a amorcé sa dégradation. Il montre la nécessité de mettre en place des mécanismes de gestion durable de la mangrove du Delta du Saloum. Il a permis d'élaborer six régressions (Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , Y_5 , et Y_6) dont la pertinence varie en fonction de l'espèce de palétuvier et des paramètres dendrométriques étudiés. En termes de validité, le tarif de type $Y_2 = 0,0004 + 0,045(C_0)^2 + 0,037(C_{0,1})^2L$ a été le plus précis pour *R. mangle* alors que $Y_4 = 0,001 + 0,037(C_{0,1})^2L$ a été le plus précis pour *R. racemosa/harisonnii*. Ainsi, ces deux tarifs (Y_2 et Y_4) pourraient être utilisés dans l'estimation de la biomasse volumique des forêts de mangrove du Delta du Saloum en tenant compte, bien sûr, du degré de précision souhaitée.

REMERCIEMENTS

L'Institut des Sciences de l'Environnement de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar remercie vivement la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAGx) et la Direction des Parcs Nationaux (DPN) du Sénégal pour leur appui financier, logistique et institutionnel au cours du présent travail de recherche. Les auteurs dédient une mention spéciale à Monsieur Hervé Pirard, coordonnateur du projet mangrove et à Monsieur Souleymane Mansaly, agent des parcs nationaux et coordonnateur national du projet.

REFERENCES

Arsenault D. 1993. *Résultats et analyse de l'inventaire forestier et autres études*

dendrométriques. Rapport de projet, document n° 11/92, République de Guinée.

- Dallmeier F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity tropical forest Areas. In *Tropical Forest Methods for Establishment and Inventory of Permanent Plot*. MAB digest, Unesco: Paris; 1-72.
- Dia IMM. 2003. *Elaboration et Mise en Œuvre du Plan de Gestion Intégré, la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum, Sénégal*. UICN, Gland : Suisse, Cambridge et Royaume-Uni.
- Dieye EHB, Diaw AT, Sané T, Ndour N. 2013. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010 dans la rubrique Environnement, Nature, Paysage. *Revue Cybergeo*, **629**: 1-22.
- Dione D, Sy AB, Ndiaye MS. 2005. Contribution économique et sociale de la pêche artisanale au Sénégal dans le cadre du programme pour des Moyens d'Existence Durables dans la Pêche en Afrique de l'Ouest, projet pilote 1 « Moyens d'existence améliorés dans le secteur Post-capture de la pêche artisanale » au Cameroun, en Gambie, au Sénégal et au Tchad.
- Doyen A, Agboba C. 1985. *La Mangrove à Usages Multiples de l'Estuaire du Saloum (Sénégal)*. Unesco-MAB-COMAR: Paris.
- Faye MN, Kaly JL, Diallo A, Guissé A. 2008. Influence des facteurs édaphiques sur la biomasse foliaire de deux espèces de palétuviers (*Rhizophora sp.*, *Avicennia africana*) dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum, Sénégal. *Journal des Sciences et Technologies*, **7**: 35-42.
- Leruse G. 2000. Estimation de la consommation de bois de mangrove pour les populations de la RBDS (Sénégal) et proposition de méthode de gestion, mémoire de fin d'études. Dakar, Sénégal.
- Návar J, Méndez E, Dale V. 2002. Estimating stand biomass in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Annals of Forest Science*, **59**(8): 813-821.
- Ndiongue B. 2003. Etudes des impacts socioéconomiques et écologiques du fumage de poissons dans la réserve de Biosphère du Delta du Saloum. Rapport de projet mangrove.
- Ndour N. 2005. Caractérisation et étude de la dynamique des peuplements de mangrove du Delta du Saloum (République du Sénégal). Thèse de troisième cycle, Dakar, Faculté des Sciences et techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p180.

- Ndour N, Sambou B, Dieng SD. 2013. Production de litière de la mangrove du Parc National du Delta du Saloum (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(6): 2349-2369.
- Picard N, Laurent SA, Henry M. 2012. *Manuel de Construction d'Equations Allométriques pour l'Estimation du Volume et la Biomasse des Arbres- de la Mesure de Terrain à la Prédiction*. CIRAD.
- Pirard H, L'hoir V. 2002. Profession : coupeur de perches. Etude de l'exploitation et de la commercialisation des perches de palétuviers (*Rhizophora racemosa/harionnii*) dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal).Dakar, Sénégal.
- Rondeux J. 1993. *La Mesure des Arbres et des Peuplements Forestiers*. Edition Presses Agronomiques de Gembloux : Gembloux.
- Saint-André L, Thongo MB A, Mabilia A, Mouvondy W, Jourdan C, Rounsard O, Deleporte P, Hamel O, Nouvellon Y. 2005. Age-related equations for above- and below-ground biomass of a Eucalyptus hybrid in Congo. *Forest Ecology and Management*, 205(1-3): 199–214.
- Soumaré A. 1992. Evolution géomorphologique récente des paysages du Bas-Saloum. Mémoire de DEA, Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar, p61.