



# Méthodologie régionale d'établissement des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo

## Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

*Consortium*



# Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

- I. Généralités sur les équations allométriques
- II. Equations allométriques établies dans le bassin du Congo
- III. Discussion
- IV. Conclusion

# I. Généralités sur les équations allométriques

## *I.1. Modélisation de la biomasse forestière*

L'allométrie est l'étude des relations entre la taille et la forme des organismes (King, 1996).

Une équation allométrique d'estimation du volume ou de la biomasse fonde sa base théorique sur des lois d'échelle allométrique en biologie (West *et al.*, 1997).

**biomasse = *fonction* (diamètre, hauteur, densité du bois, type de forêt, etc.)**

# I.1. Modélisation de la biomasse forestière

## *I.1. Modélisation de la biomasse forestière*

- Biomasse aérienne (**arbre** / non-arbre)
- Souterraine (Shoot ratio)
- Bois mort
- Litière
- Carbone du sol

Importance de la biomasse aérienne des arbres / autres sections peuvent être déduites / engagement contractuel.

# I. Généralités sur les équations allométriques

## *I.1. Modélisation de la biomasse forestière*

- des **équations mono-espèces ou spécifiques à un genre**, par exemple celles établies par Basuki *et al.* (2009);
- des **équations multi-espèces locales établies dans un site donné** qui incluent le diamètre et/ou la hauteur, et la densité du bois dans le jeu des prédicteurs;
- des **équations multi-espèces régionales ou pantropicales** avec le diamètre et/ou la hauteur, la densité du bois et le type de forêt ( « wet » – « moist » – « dry ») dans le jeu des prédicteurs (Brown *et al.* , 1989; Chave *et al.* , 2005; Feldpausch *et al.*, 2012).

# I. Généralités sur les équations allométriques

## ***I.2. Disponibilité des équations allométriques d'estimation de la biomasse en Afrique (1/3)***

Pour l'estimation de la biomasse aérienne ou du stock de carbone des forêts denses humides du bassin du Congo, des travaux ont eu recours à l'utilisation des équations pantropicales (Lewis *et al.*, 2009; Maniatis *et al.*, 2011; Gourlet-Fleury *et al.*, 2013; Silk *et al.*, 2013; Kearsley *et al.*, 2013).

Les équations pantropicales les plus utilisées sont celles de Chave *et al.* (2005) et sont de type «*moist* »

# I. Généralités sur les équations allométriques

## *1.2. Disponibilité des équations allométriques d'estimation de la biomasse en Afrique (2/3)*

Les équations de Chave *et al.* sont construites sans aucune donnée de l'Afrique comme le montre la figure ci-après.



● Sites ayant fourni des données pour l'élaboration des équations allométriques de Chave *et al.* (2005)

# I. Généralités sur les équations allométriques

## *I.2. Disponibilité des équations allométriques d'estimation de la biomasse en Afrique (3/3)*

Il existe des publications récentes sur les équations allométriques dans le bassin du Congo à savoir Ngomanda et al. (2014) au **Gabon**, Fayolle et al. (2013), Dorisca et al. (2011) et Djomo et al. (2010) au **Cameroun** et Ebuyi et al. (2011) en **République Démocratique du Congo**.



# I. Généralités sur les équations allométriques

## *1.3. Incertitudes dans l'estimation de la biomasse (1/2)*

Il existe quatre différentes sources d'incertitudes ou erreurs dans les estimations de biomasse à partir de données d'inventaire forestier (Cunia ,1987 ; Chave et *al.* 2004):

- Erreurs liées aux mesures (biomasse, paramètres dendrométriques);
- Choix du modèle allométrique;
- Représentativité de l'échantillon;
- Application à une forêt de caractéristiques différentes.

# I. Généralités sur les équations allométriques

## *I.3. Les incertitudes dans l'estimation de la biomasse (2/2)*

La source d'erreur la plus importante dans les estimations de biomasse et de carbone contenue dans les forêts tropicales à partir de données d'inventaire est due au **choix de l'équation allométrique** (Chave *et al.* , 2004; Van Breugel *et al.*, 2011; Melson *et al.*, 2011 et Molto *et al.* ,2012).

Cette erreur est comprise entre 20 à 40 % d'après Melson *et al.* (2011), supérieure à 20% selon Chave *et al.* (2004) et supérieur à 25% d'après Van Breugel *et al.* (2011).

# Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

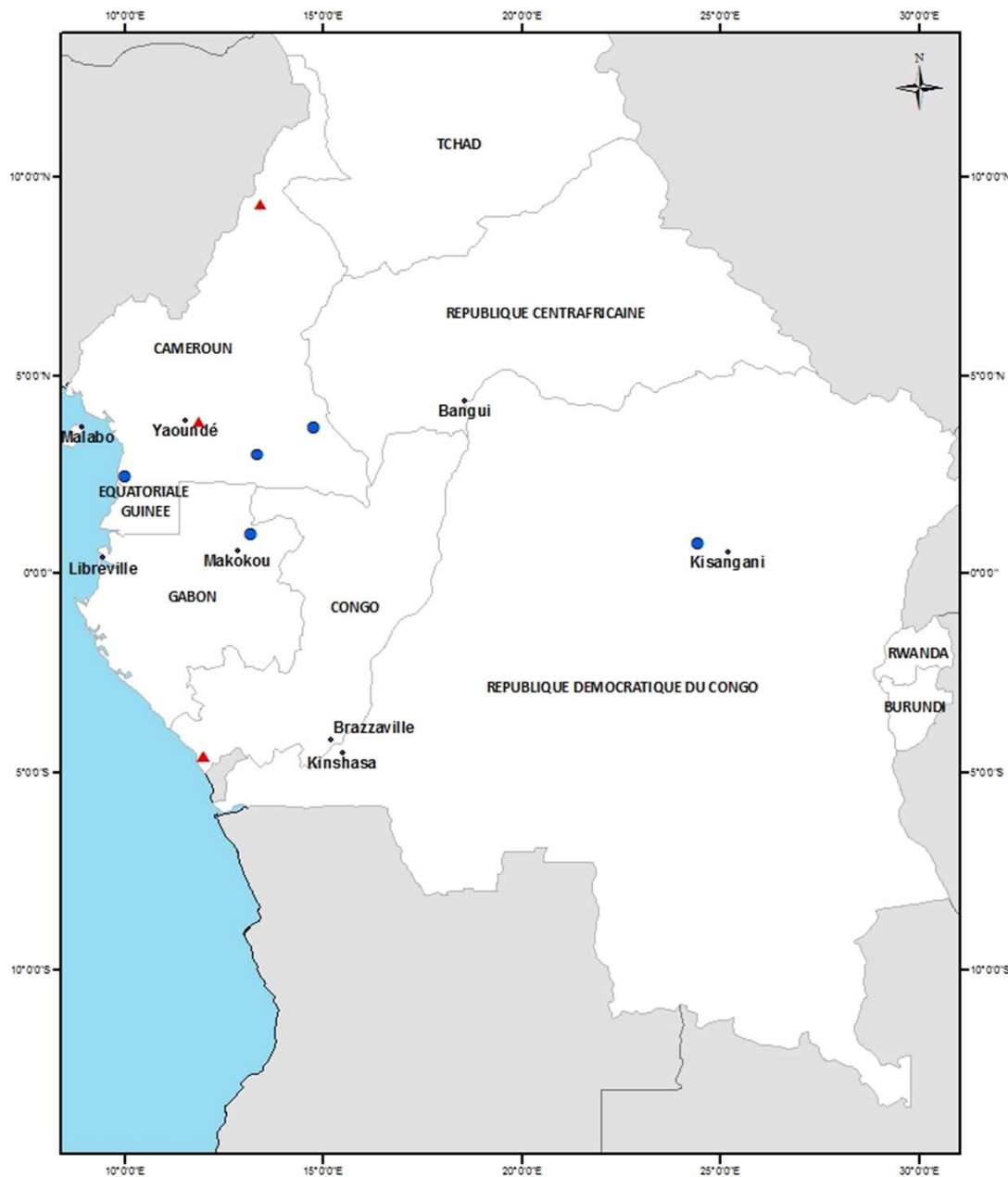
- I. Généralités sur les équations allométriques
- II. Equations allométriques établies dans le bassin du Congo**
- III. Discussion
- IV. Conclusion

# Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

## II. Equations allométriques établies dans le bassin du Congo (1/4)

### *Les différents types d'équations allométriques*

- équations mono-spécifiques ou regroupant des espèces similaires (ex. espèces pionnières) ;
- équations locales multi-spécifiques ;
- Autres équations allométriques.



## II. Equations allométriques établies dans le bassin du Congo (1/4)

### *Les différents types d'équations allométriques:*

- équations mono-spécifiques ou regroupant des espèces similaires (ex. espèces pionnières) ;
- équations locales multi-spécifiques ;
- Autres équations allométriques

### Légende

- Villes
- ▲ Equations de biomasse mono -espèces
- Equations de biomasse multi-espèces
- Frontières du pays

**Tableau 1.** Equations allométriques multi-espèces locales disponibles d'estimation de la biomasse totale aérienne ( $B$ ) en kg ;  $n$  la taille de l'échantillon, le diamètre en cm, la hauteur totale en m, la densité du bois en g/cm<sup>3</sup>.

N°	Pays	Equation allométrique	Source	$n$
<b>un seul prédicteur : <math>D</math></b>				
1	Cameroun	$B = \exp(-1,9967 + 2,3924 \times \ln(D))$	Djomo et al. (2010)	91
<b>deux prédicteurs : <math>D</math> et <math>H</math></b>				
2	Cameroun	$B = \exp(-2,9946 + 0,9317 \ln(D^2 H))$	Djomo et al. (2010)	91
<b>deux prédicteurs : <math>D</math> et <math>\rho</math></b>				
3	Gabon	$B = \exp[-4,0596 + 4,0624 \ln D - 0,228(\ln D)^2 + 1,4307 \ln \rho]$	Ngomanda et al. (2014)	101
4	Cameroun	$B = \rho \times \exp(-1,183 + 1,940 \ln(D) + 0,239(\ln(D))^2 - 0,0285(\ln(D))^3)$	Fayolle et al. (2013)	137
5	Cameroun	$B = \exp(-1,8623 + 2,4023 \ln(D) - 0,3414 \ln(\rho))$	Djomo et al. (2010)	91
<b>trois prédicteurs : <math>D</math>, <math>\rho</math> et <math>H</math></b>				
6	Gabon	$B = \exp[-2,5680 + 0,9517 \ln(D^2 H) + 1,189 \ln \rho]$	Ngomanda et al. (2014)	101
7	Cameroun	$B = 1,603 \times (\rho D^2 H)^{0,657}$	Ebuyi et al. (2011)	12
8	Cameroun	$B = \exp(-2,4360 + 0,1399 \times (\ln D)^2 + 0,7373 \times \ln(D^2 H) + 0,2790 \times \ln(\rho))$	Djomo et al. (2010)	91

## II. Etat des lieux des équations allométriques dans le bassin du Congo

### Apport des tarifs de cubage (4/4)

- Equation de volume total jusqu'à la découpe 1 cm (Dorisca et *al.*, 2011). La biomasse totale peut être estimée par la formule:

$$B = \rho \times V$$

- Equation de volume fût et utilisation du facteur d'expansion de la biomasse (*BEF*); (Kahindo-Maliro et *al.*, 2010), soit :

$$B = \rho \times V_f \times BEF$$

# Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

- I. Généralités sur les équations allométriques
- II. Equations allométriques établies dans le bassin du Congo
- III. Discussion**
- IV. Conclusion



# III. Discussion

## *III.1. Pourquoi établir des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo (1/5)*

Les équations mono-espèces ne sont pas faites pour les formations naturelles dense humides tropicales.

L'état des lieux a relevé que les efforts en matière des équations allométriques d'estimation de la biomasse des formations végétales sont assez récents en Afrique.

La taille et la gamme de diamètre ne permettent d'asseoir une base de discussion que sur deux travaux sur les quatre et les résultats de ces deux études sont contradictoires.

# III. Discussion

## ***III.1. Pourquoi établir des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo (2/5)***

L'erreur relative avec les équations pantropicales pour estimer la biomasse est parfois fiable (Fayolle et *al.* 2013) et parfois élevée (Ngomanda et *al.* 2014) pour le type de forêts « Moist ».

Cette contradiction consolide la nécessité de tester la validité des équations allométriques pantropicales dans différentes zones géographiques (Alvarez et *al.*, 2012).

# III. Discussion

## *III.1. Pourquoi établir des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo (3/5)*

Les différences de biomasse ne sont pas totalement expliquées par le diamètre, la hauteur et la densité du bois. L'erreur résiduelle est de l'ordre de 0,3 sur les données log-transformées soit une erreur relative sur la prédiction de la biomasse de l'ordre de 120 %.

La forte incertitude liée à l'estimation des coefficients des modèles justifie la nécessité de mesurer davantage d'arbres et de prendre en compte de nouvelles variables explicatives.

# III. Discussion

## ***III.1. Pourquoi établir des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo (4/5)***

Une autre alternative serait de fédérer les données de biomasse de différentes origines. Dans ce cas, il y aurait une bonne précision d'estimation des coefficients du modèle général, mais un biais local possible.

Cette option méthodologique fait l'objet de débat à travers divers travaux (Basuki *et al.*, 2009) en **Indonésie**, (Alvarez *et al.*, 2012) en **Colombie**, (Lima *et al.*, 2012) au **Brésil**.

# III. Discussion

## *III.1. Pourquoi établir des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo (5/5)*

*En conséquence, l'établissement des équations allométriques d'estimation de la biomasse pour répondre aux exigences du mécanisme REDD+ se justifie pour le bassin du Congo*

# III. Discussion

## *III.2. Comment établir des équations allométriques pour le bassin du Congo? (1/2)*

La méthodologie d'établissement des équations allométriques d'estimation de la biomasse pour les forêts du bassin du Congo doit s'orienter **vers la réduction des différentes sources d'erreurs.**

# III. Discussion

## *III.2. Comment établir des équations allométriques pour le bassin du Congo? (2/2)*

**Le choix du modèle** constitue la principale source d'erreur dans les estimations de biomasse et du carbone contenue dans les forêts tropicales à partir de données d'inventaire.

- **Importance des prédicteurs , y compris le type de forêt (stratification forestière).**

**L'erreur de prédiction (l'erreur liée à l'estimation des coefficients du modèle et l'erreur résiduelle) est une préoccupation majeure.**

- **Importance de l'effort d'échantillonnage (sites, effectif, gamme de diamètres et de densités)**
- **Importance des nouveaux prédicteurs (coefficient de forme, architecture du houppier, etc.)**

# III. Discussion

## *III.3. Orientations majeures pour une méthodologie régionale conséquente*

La **stratification forestière** : un déterminant important.

La **relation hauteur-diamètre**, une allométrie à maîtriser.

L'**échantillonnage**: taille, gamme de diamètres, espèces, densité du bois.

La **validation** du modèle établi.



# Etats des lieux des Equations allométriques dans le bassin du Congo

## IV. Conclusion

L'état des lieux a permis:

- ✓ de localiser les différents sites de données de biomasse existants ainsi que l'effort d'échantillonnage;
- ✓ de comparer les prédictions des équations locales et des équations pantropicales;
- ✓ de confirmer la nécessité d'élaborer des équations allométriques pour les forêts du bassin du Congo;
- ✓ d'orienter la méthodologie régionale afin de minimiser les erreurs.

**Merci pour votre attention**