

# Evolution de la ressource ligneuse et des stocks de carbone dans le bassin d'approvisionnement en bois énergie de la ville de Kinshasa (RDC)

*Atelier scientifique régional sur les équations allométriques en Afrique Centrale  
2 au 5 avril 2013*

Emilien Dubiez

Co-auteurs : V. Gond, R. Peltier, M. Boulogne, M. Gigaud  
, A. Péroches, A. Penneç, P. Proceç, C. Vermeulen & J.N. Marien.





# INTRODUCTION

- Kinshasa consomme 490 000 T de charbon de bois / an et 60 000 T de bois de chauffe / an. (J. Schure & al., 2011)

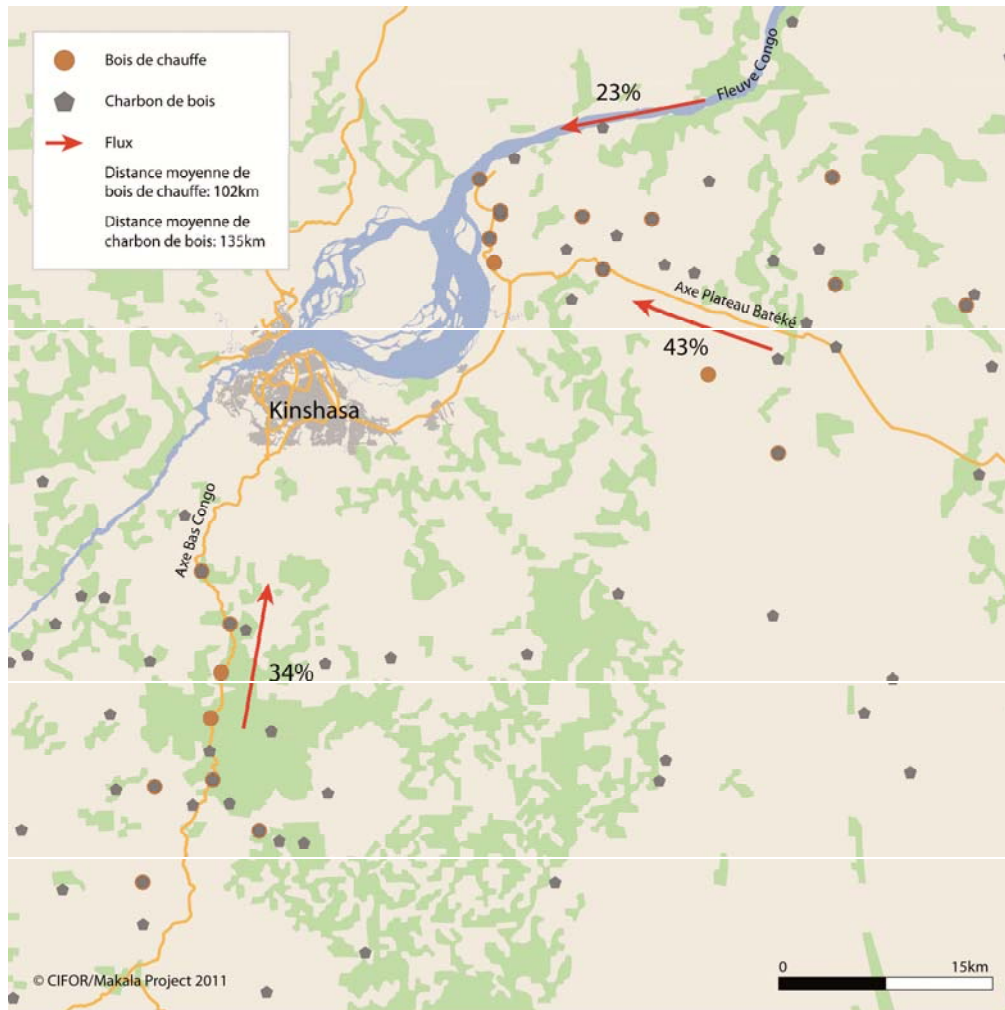
↳ 4,9 millions de m<sup>3</sup> de bois.

↳ 12 fois plus que la production officielle de bois d'œuvre (ITTO, 2011)

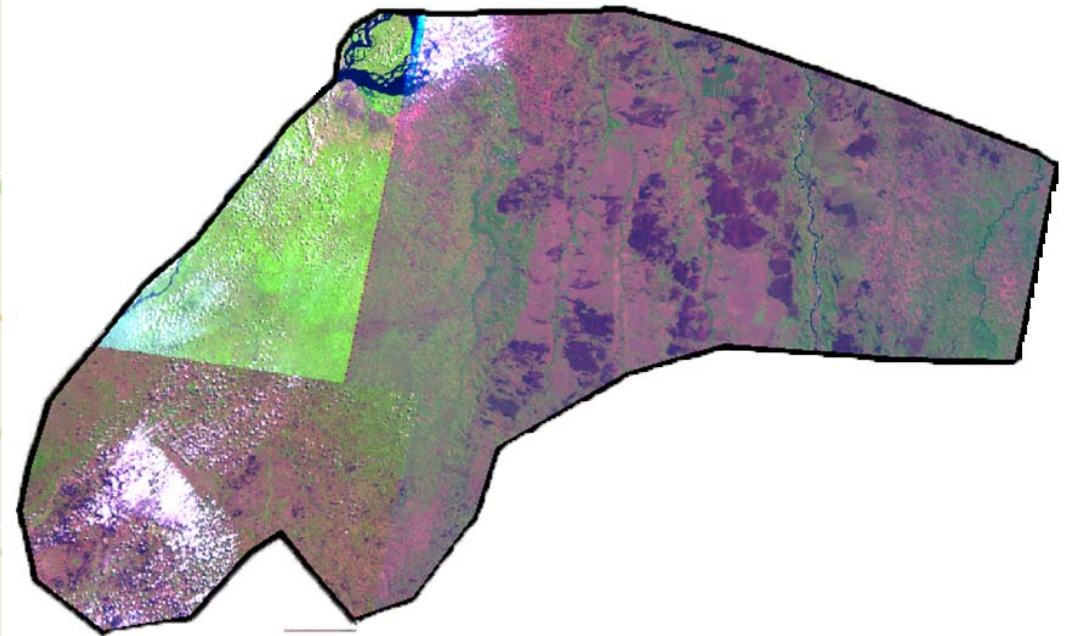




# BASSIN D'APPROVISIONNEMENT EN BOIS ENERGIE DE KINSHASA

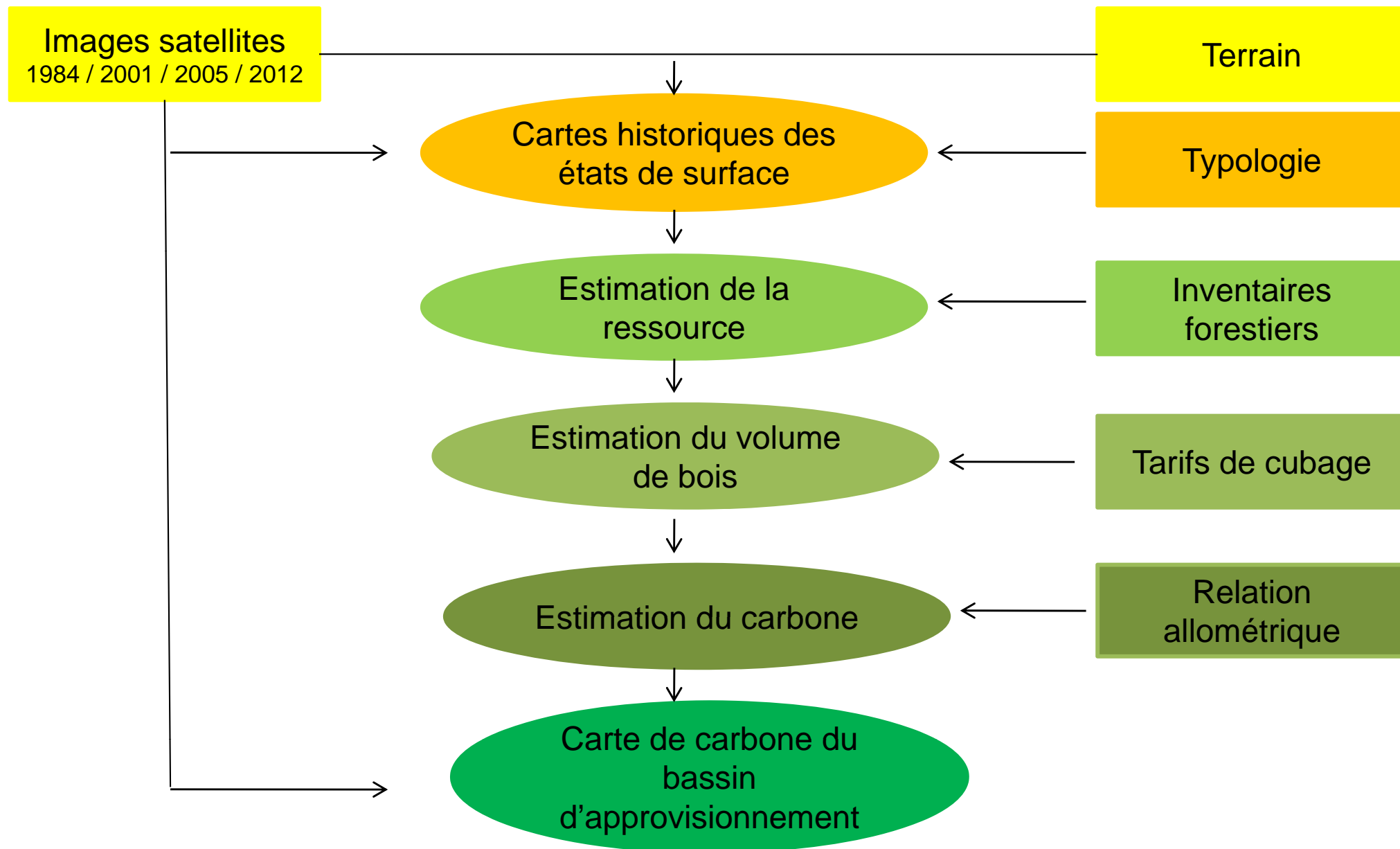


**Zone d'approvisionnement en bois énergie de la ville de Kinshasa (J. Schure & al., 2011)**



**Composition colorée (5,4,3) du bassin d'approvisionnement en bois énergie de Kinshasa Landsat 7 ETM 2012 (M. Boulogne, 2012)**

# METHODOLOGIE



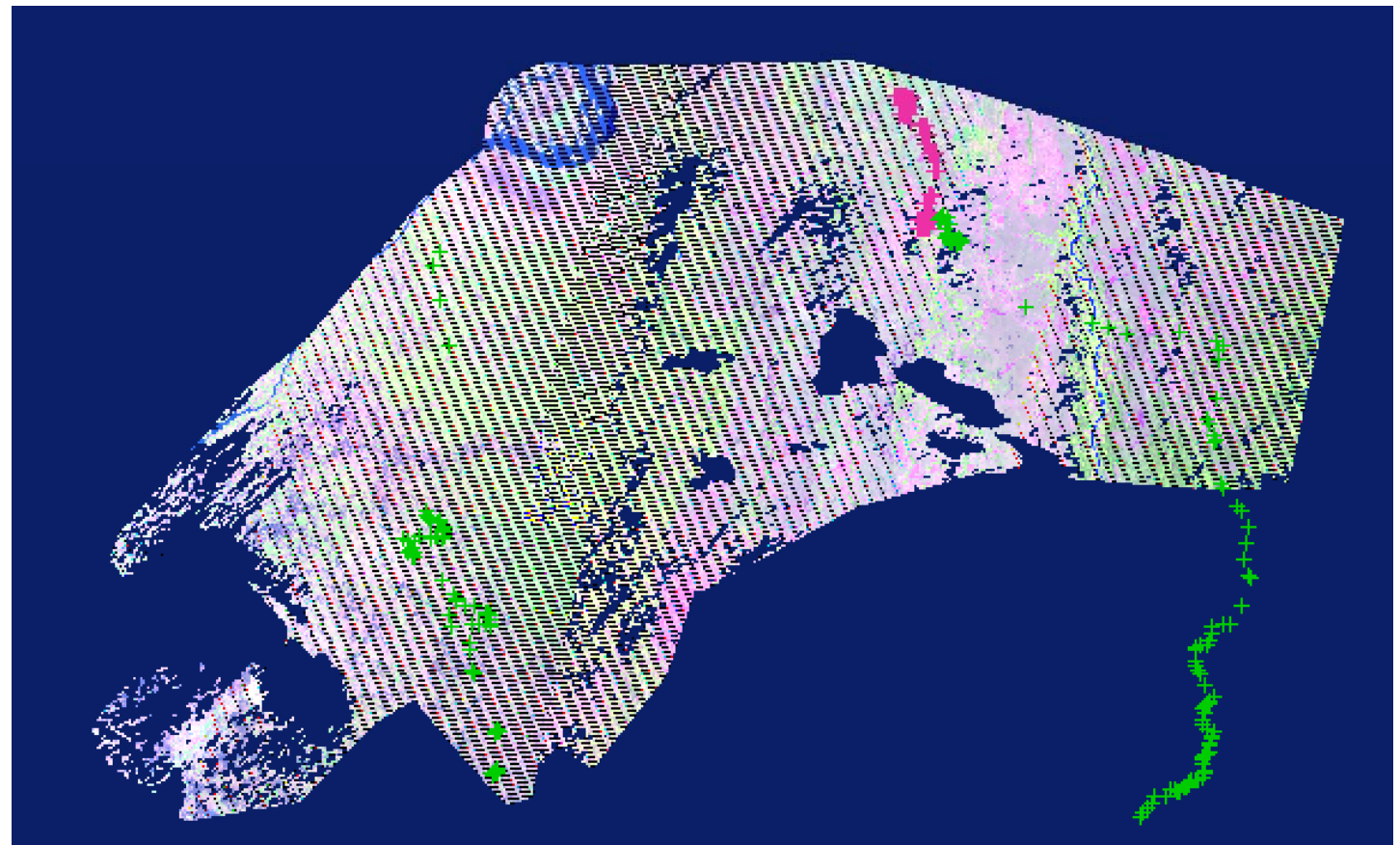


# CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL : RELEVÉS DE TERRAIN (COORDONNÉES GPS)

- **Données utilisées**

181/63	181/64	182/63	182/64
07/09/1984	09/10/1984	01/02/1995	20/09/1986
28/07/2001	28/07/2001	30/04/2001	19/07/2001
10/07/2006	10/07/2006	31/08/2006	31/05/2005
04/03/2012	04/03/2012	02/08/2012	02/08/2012

+ Relevés GPS  
284 points



# CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL : CLASSIFICATION DES TYPES DE FORMATIONS

- **Méthode:** - pré-traitements  
- Classification  
- Validation

- **Typologie retenue :**

→ Forêt (primaire/secondaire/ripisylve)

→ Vieille Jachère (+ de 6 ans)

→ Jeune jachère (moins de 6 ans)

→ Savanes (herbeuse, arbustive ...)

→ Champ

→ Brûlis avant culture

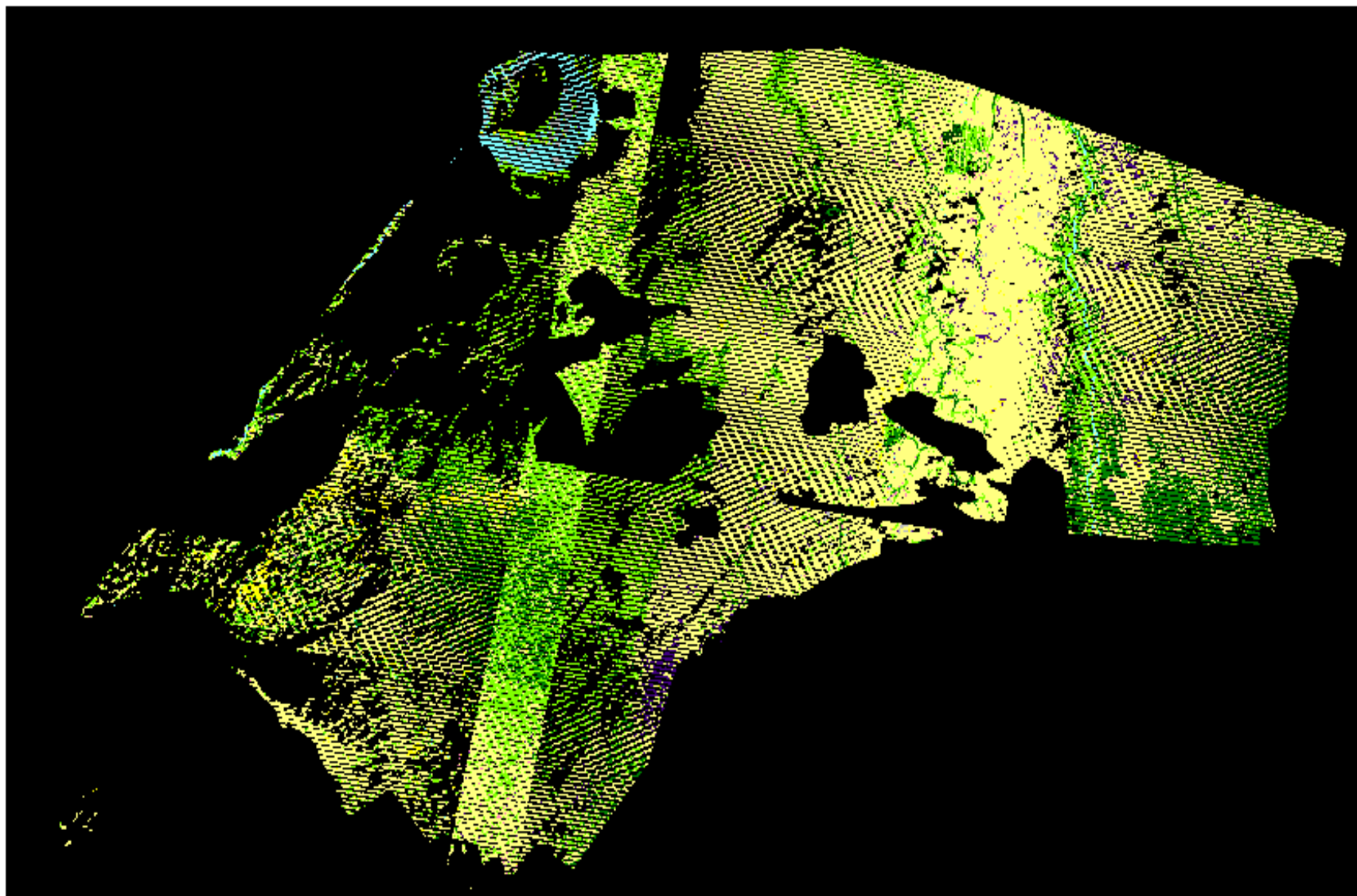
→ Sol nu





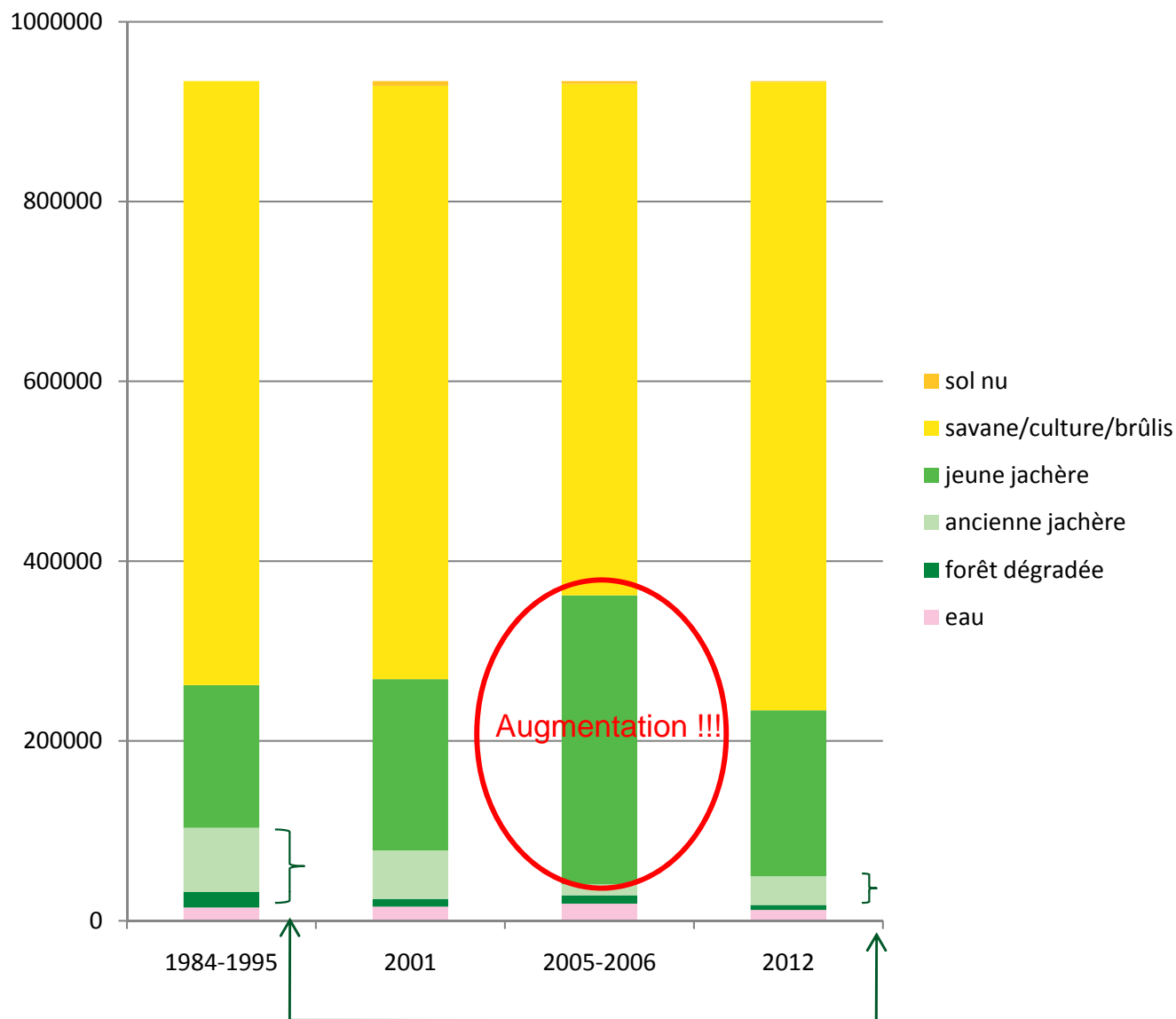
# CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL : OCCUPATION DU SOL EN 2012

## • Résultats



2012

# CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL : EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE ENTRE 1984 ET 2012



Diminution des forêts dégradées et des vieilles jachères : passent de 88 000 ha à 37 000 ha en 28 ans.



# CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL : LIMITES DE L'ETUDE

- **Limites de l'étude**

→ Qualité des données + confusion de classes.

→ La typologie a été réduite pour valider les cartes de 1986 et pour limiter les erreurs.

Exemple : Espace forestier de petite taille (0,2 à 1 ha), ancien village au Bas Congo (*Voka*).

Exemple : Confusion entre jeune et vieille jachère.



# INVENTAIRES FORESTIERS

- Carte d'occupation du sol

- Inventaires forestiers

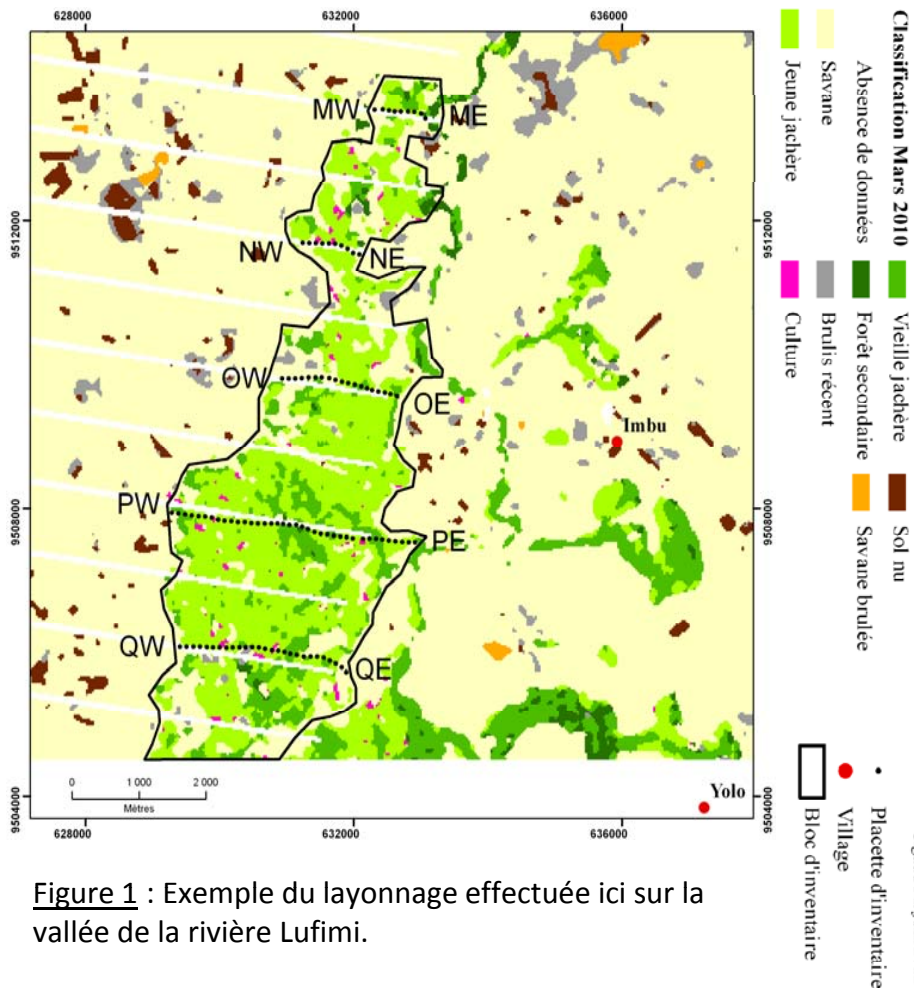


Figure 1 : Exemple du layonnage effectuée ici sur la vallée de la rivière Lufimi.

Type de formation	S (Ha)	Nbre de placettes	S inventoriée (Ha)	% inventorié
Jeune jachère	2425	102	1,57	0,06%
Vielle jachère	972	51	0,78	0,08%
Forêt secondaire	207	24	0,37	0,18%
Savane	1599	87	1,34	0,08%



# INVENTAIRES FORESTIERS : LIMITES DE L'ETUDE

- **Limites de l'étude**

→ Les surfaces inventoriées sont trop faibles pour avoir une estimation précise.

→ Les inventaires ont été effectués seulement dans une zone du bassin d'approvisionnement. Il faudrait faire d'autres inventaires au Bas Congo pour avoir une meilleure estimation des biomasses aériennes à l'échelle du bassin.



# TARIFS DE CUBAGE : METHODOLOGIE

Prendre des mesures  
dendrométriques

Calculer le volume des  
arbres

Construire les tarifs

Vérifier les régressions

**Mesure de 30 arbres/espèce**

**Equirépartition des arbres en 4 à 6 classes  
prédéterminées grâce aux travaux d'inventaires  
et réajustées sur le terrain**

**Mesure de la circonférence à 1,30m,**

**Mesure de la hauteur sur pied**

**Mesure de la longueur et des circonférences  
gros et fin bouts des billons (jusqu'à 13 cm de  
circonférence fin bout)**



# TARIFS DE CUBAGE : ESPECES RETENUES

Prendre des mesures  
dendrométriques

Calculer le volume des  
arbres

Construire les tarifs

Vérifier les régressions

**6 espèces + 1 Tarif complémentaire :**

***Albizia adianthifolia***

***Hymenocardia ulmoides***

***Markhamia tomentosa***

***Oncoba welwitschii***

***Pentaclethra eetveldeana***

**Espèces secondaires (*Draceana manii*; *Macaranga monendra*, *Millettia laurentii*, *Millettia eetveldeana*, *Vitex congolensis*, *Sapium cornutum*)**

**+ *Acacia auriculiformis***

# TARIFS DE CUBAGE : CALCULS

Prendre des mesures  
dendrométriques

Calculer le volume des  
arbres

Construire les tarifs

Vérifier les régressions

**Formule de Smalian**

$$V = \frac{1}{4\pi} \left( \frac{C_1^2 + C_2^2}{2} \right) L$$

**Logiciel R Package nlme**

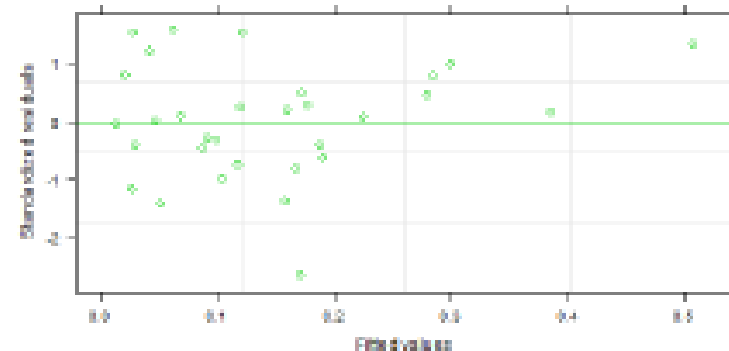
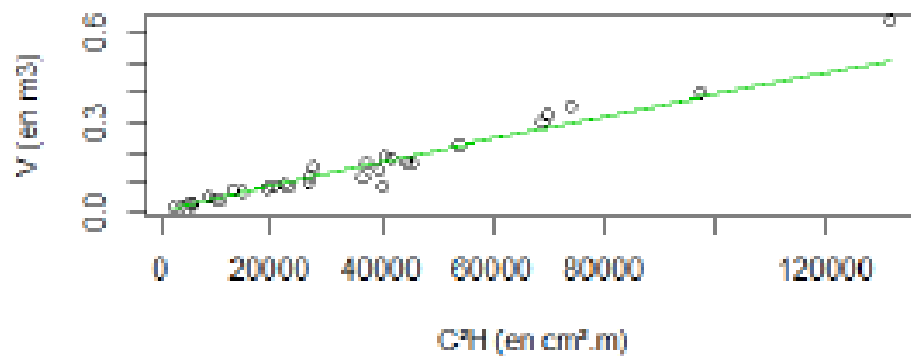
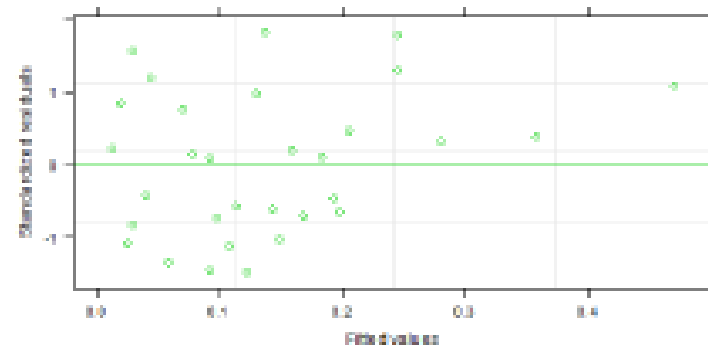
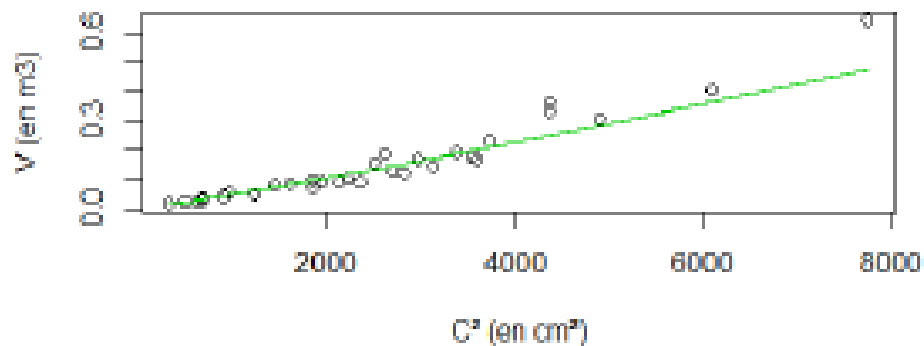
$$V = f(C_{130}^2) = \alpha + b(C^2)^c \quad V = f(C_{130}^2 H) = \alpha + b(C^2 H)^c$$

**R<sup>2</sup> hautement significatif si >0,80**  
**Dispersion des résidus**



# TARIFS DE CUBAGE : RESULTATS

Esence (Nombre d'arbres mesurés)	Equation	R <sup>2</sup>	Validité (circonférence en cm)	Validité (diamètre en cm)	Validité (Hauteur en m)
<i>Albizia adianthifolia</i> (31)	$V=0,0000187(C^2)^{1,1320393}$	0,971	18 - 88	5,7 – 28	6,5 -17
<i>Albizia adianthifolia</i> (31)	$V=0,0000108(C^2H)^{0,9124693}$	0,977	18 - 88	5,7 – 28	6,5 -17



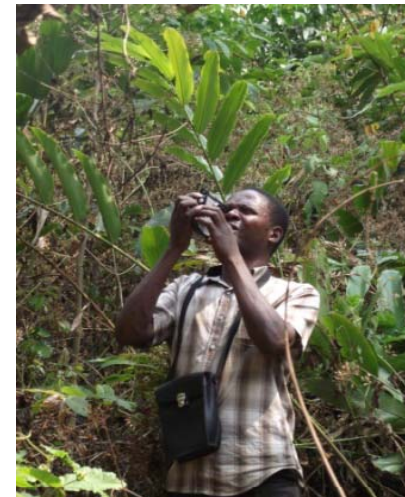
# TARIFS DE CUBAGE : LIMITES DE L'ETUDE

- **Limites de l'étude**

→ Nombre d'arbre assez faible en forêt naturelle,

→ Fin bout (13 cm de circonférence) relativement important

→ Définir d'autres tarifs de cubage sur d'autres espèces pour avoir une meilleure estimation des volumes de bois et des stocks de carbone dans les différents types de formations végétales.







# MESURE DE LA BIOMASSE & CARBONE

→Densité calculée à partir de Global Wood Density Database (Espèce, Genre, Famille) ;

→Densité moyenne déterminée = 0,546 T/m<sup>3</sup> ;

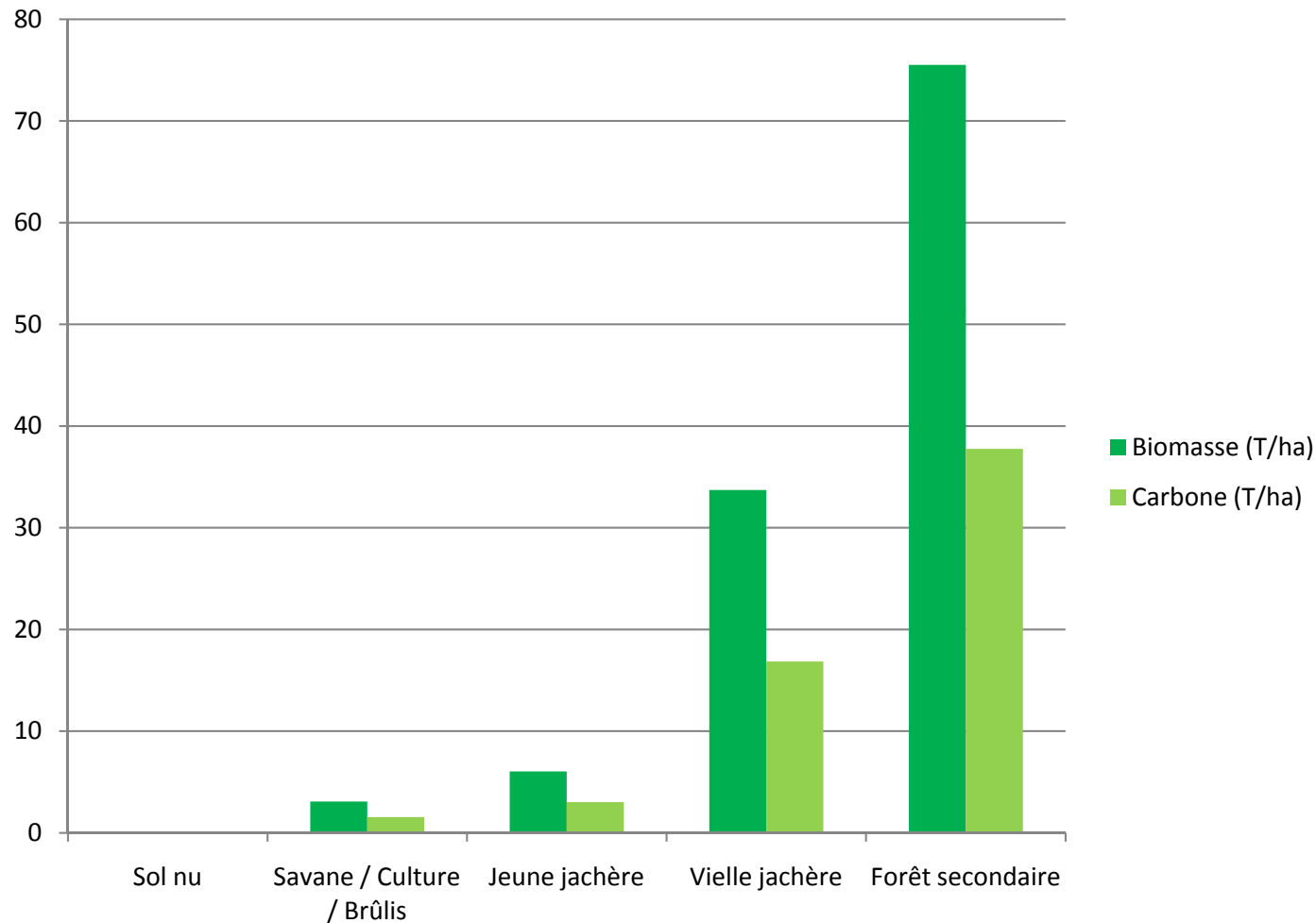
→46% des mesures effectués avec les tarifs monospécifiques ;

→18% des mesures effectuées avec le tarif établi pour les essences secondaires ;

→36% des mesures effectuées avec un tarif regroupant l'ensemble des mesures.

Type de formation	AGB (T/ha)	C (T/ha)
Jeune jachère	6,05	3,03
Vielle jachère	33,71	16,85
Forêt secondaire	75,52	37,76
Savane	2,99	1,5

# MESURE DE LA BIOMASSE & DU CARBONE : DANS LES TYPES DE FORMATIONS



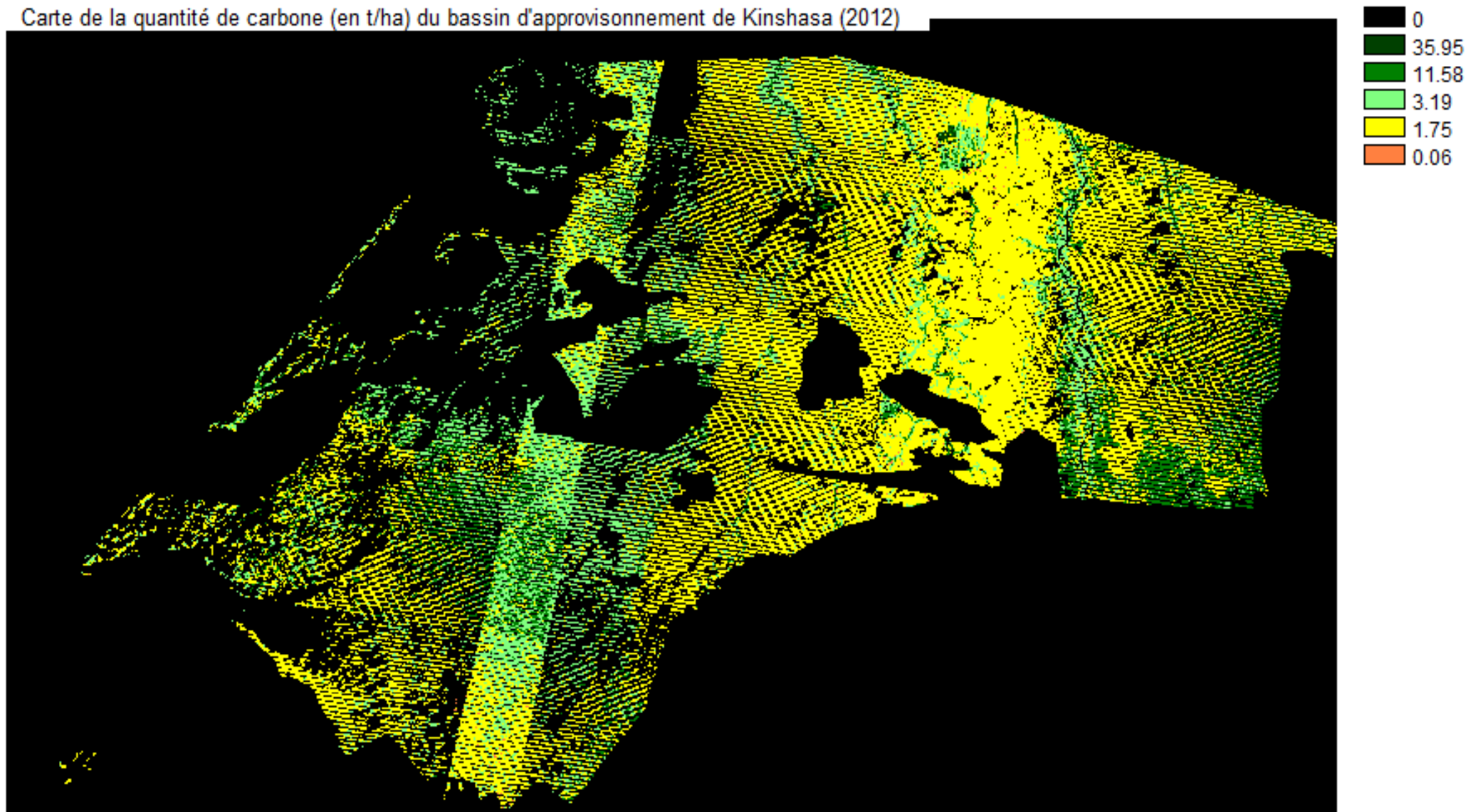
Le stock de C en savane a été mesuré à partir de la formule de Chave & al., 2005 =  $AGB = e^{-2,977 + \ln(rs.D^2.H)}$ . **1,5 T de C/ha dans les savanes**



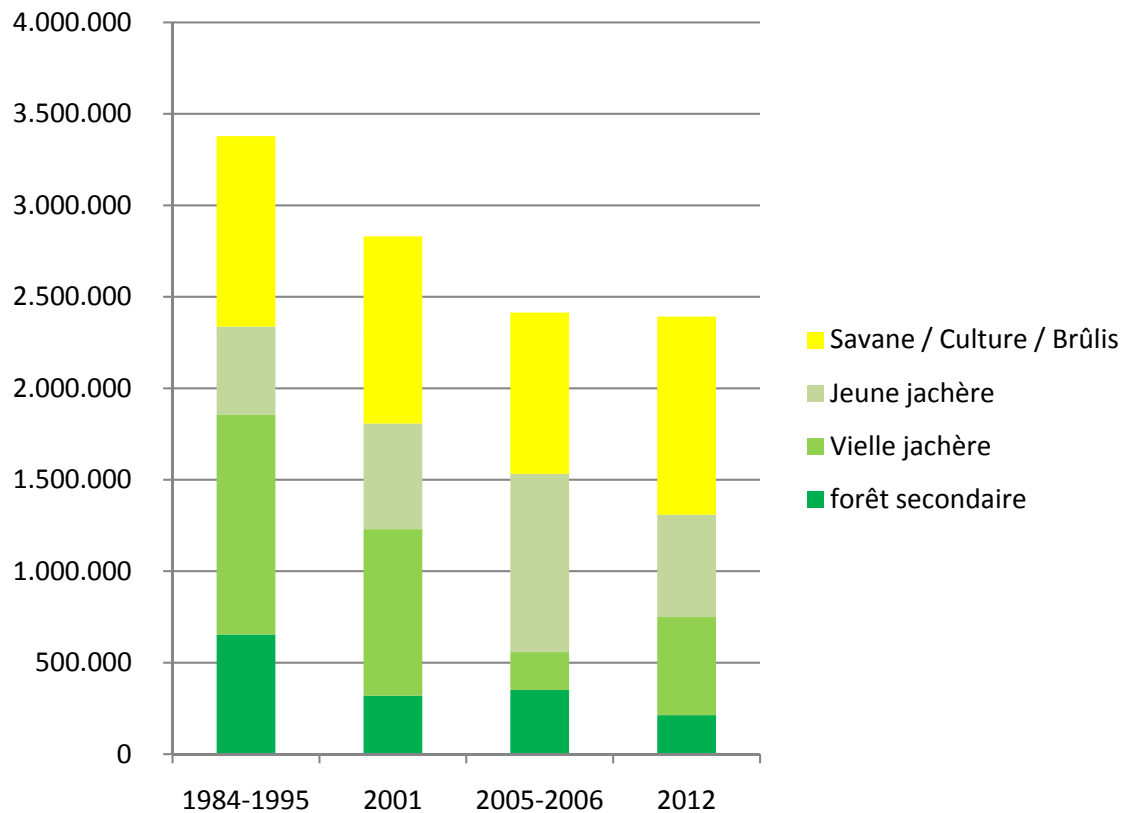
# STOCKS DE CARBONE : BASSIN D'APPROVISIONNEMENT EN BOIS ENERGIE DE KINSHASA EN 2012

- **Résultats**

Carte de la quantité de carbone (en t/ha) du bassin d'approvisionnement de Kinshasa (2012)



# EVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE : 1984 à 2012



→ En 28 ans, la diminution du stock de carbone sur le bassin d'approvisionnement en bois énergie de Kinshasa est de l'ordre de 30% soit une perte de plus de 1%/an.

→ Pour les forêts secondaires, la perte de stocks est estimée à plus de 65%.

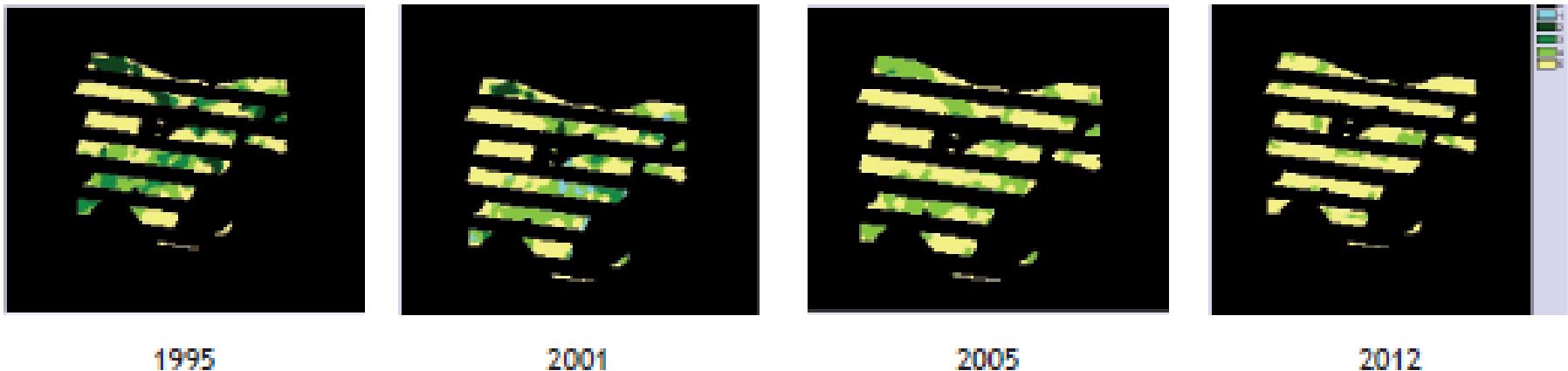
**Evolution des stocks de carbone sur pied (en milliers de tonnes)  
entre 1984 et 2012 sur la zone d'étude en fonction du type de végétation**



# EVOLUTION DES TERROIRS VILLAGEOIS : KINDUALA

→ Grâce à l'utilisation combinée des mesures de terrain et de la télédétection, chaque finage du bassin d'approvisionnement peut être analysé individuellement.

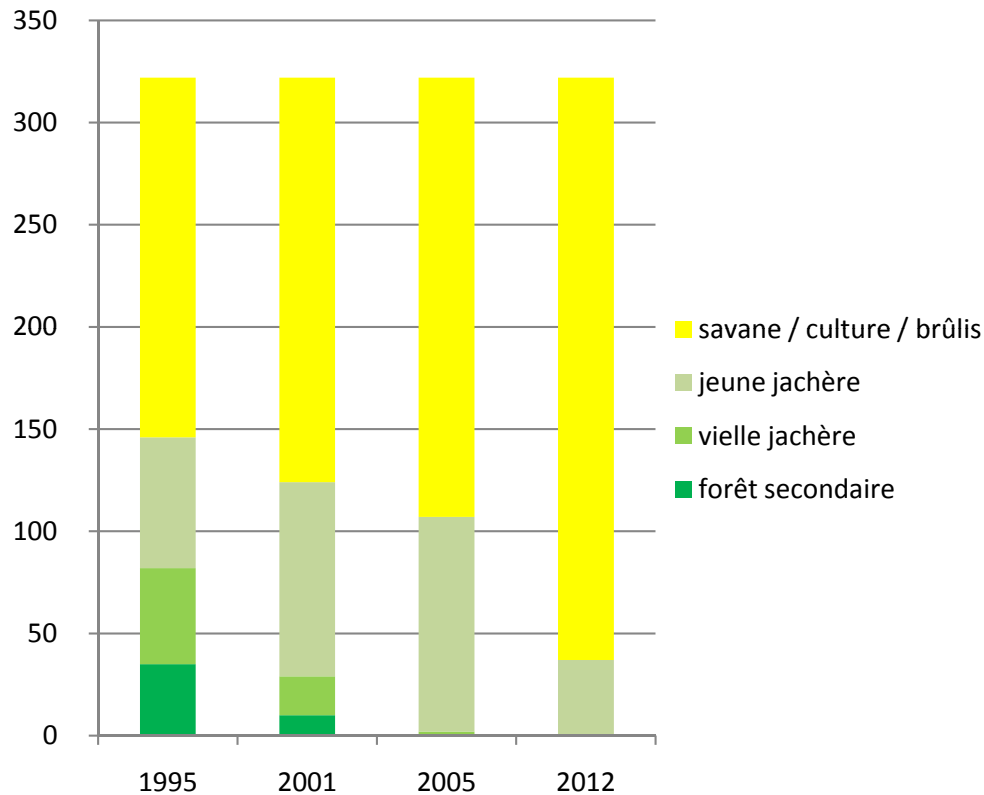
→ Le finage du village de Kinduala, se situe à 120 km au sud de Kinshasa dans la province du Bas Congo



**Images satellites de l'évolution des états de surface du finage de Kinduala entre 1995 et 2012**

→ Elaboration de Plan Simple de Gestion pour la gestion de la ressource bois énergie. Le suivi de l'évolution des stocks de carbone à l'échelle des terroirs peut faciliter le financement futur des actions contribuant à l'augmentation du stock de carbone (REDD+).

# EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE: KINDUALA



→ Augmentation des surfaces cultivées et de savanes, diminution importante des jeunes jachères et disparition des forêts dégradées et des vieilles jachères.

→ Bamba & al., 2008 : Etude entre 1960 et 2005 :

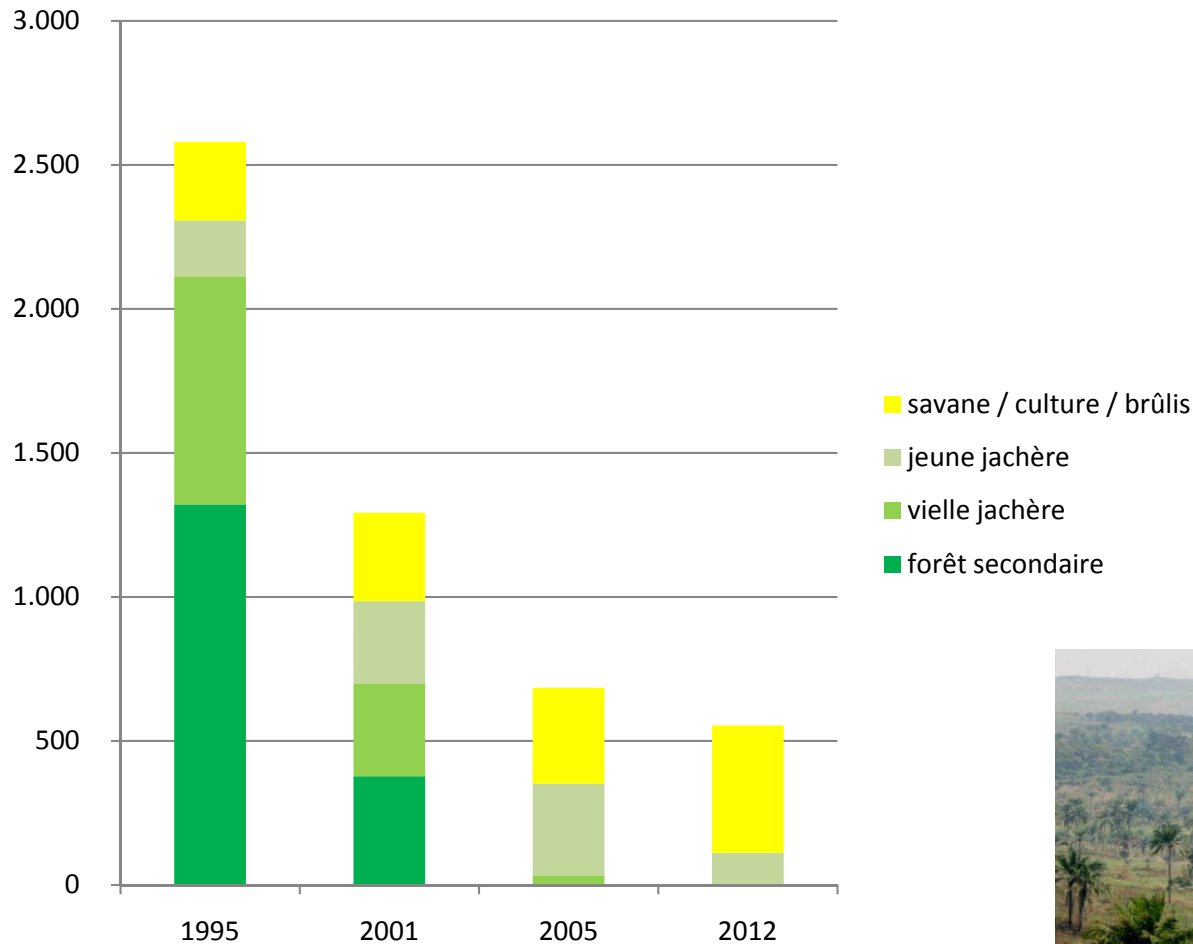
✓ **49,95% de forêts secondaires (FS) dans la matrice du paysage (1960)**

✓ **dégradée au profit des savanes (conquis 14,23% des FS) et des jachères et champs (conquis 27,23% des FS) (2005)**

Estimation des changements d'états de surface (en ha)



# EVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE: KINDUALA



→ Chute vertigineuse des stocks de carbone :

✓ **moins 79% en 17 ans**

→ En réalité, forêts ripisylves et anciens villages encore présents mais de petites superficies.

Estimation des stocks de carbone dans le finage du village de Kinduala entre 1984 et 2012





# DISCUSSION

→ Limites liées aux données utilisées:

- Télédétection: - nébulosité  
- gap fill  
- pas de données dans les années 90
- Biomasse: - surface couverte  
- zone d'échantillonnage



→ Limites liées à la méthode de cartographie du carbone:

- Dépendance à la classification
- méthode réductrice: différences dans les types de végétation appartenant à la même classe



# DISCUSSION

→ Utilisation des données LIDAR?

→ Tester d'autres méthodes de cartographie de la biomasse

ex: mettre en relation avec le NDVI, utilisation de modèles statistiques

→ Pour avoir des estimations + précises, revoir l'échantillonnage

+ peut être mettre en place des plots permanents





