



# ONF International

---



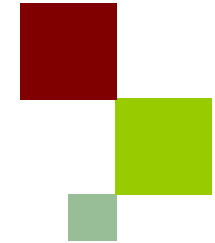
Experiences on avoided degradation in Africa : Technical challenges in monitoring of carbon impacts of logging and the estimation of potential impact of SFM and RIL practices - state of the art of current research results and future axes of research needed

Luc DURRIEU de MADRON

Sébastien BAUWENS

Le 20 octobre 2009, Buenos Aires.

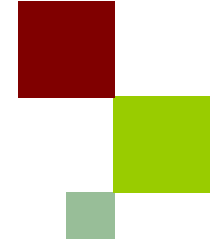
# Introduction



- La déforestation est une cause importante d'émission des G.E.S. (20 %)
- Mais quel impact de l'exploitation forestière ?
- Quel impact de la mise sous aménagement ?
- Impact des techniques d'exploitation faible impact ? (RIL)
- Ces questions sont encore largement sans réponse en **Afrique** où la problématique REDD se développe

# Plan de la présentation

---



- Les pratiques forestières
- Les impacts en terme de carbone
- Protocole d'études



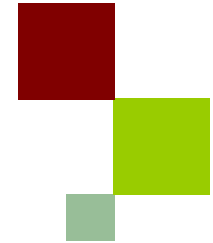
- Les pratiques forestières
- Les impacts en terme de carbone
- Protocole d'études

# Où en est l'aménagement ?



- Actuellement, 30 % des forêts denses africaines sont sous concession forestière
- Dans la plupart des pays du bassin du Congo, le processus d'aménagement est bien entamé notamment pour les grandes concessions
- La certification gagne du terrain et avec elle les techniques d'exploitation à faible impact (RIL)

# Types d'exploitations industrielles en Afrique

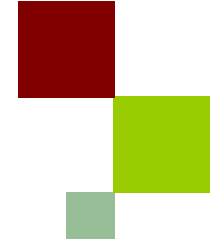


- On ne parlera pas ici de l'exploitation artisanale ni de l'exploitation illégale anarchique
- On se place délibérément dans le cadre d'un respect du DME (minimum logging diameter) même si ce n'est pas toujours le cas...

## Exploitation conventionnelle (EC) :

- Pas de cartographie ou cartes à grande échelle 1/50000<sup>e</sup>
- peu de connaissance de la ressource
- Pas de technicité des ouvriers : gaspillage lors de l'abattage
- Exploitation et débardage à vue, d'arbre en arbre => oublis
- Repasse constante pour exploiter les tiges mûres selon le marché des bois
- Pas de protection de certains sites sensibles

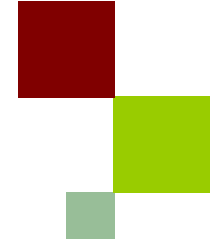
# Types d'exploitations industrielles en Afrique (suite)



Exploitation sous plan d'aménagement (ESPA) :

- Cartographie / SIG
- Inventaires d'aménagement
- ± Planification des pistes
- Suivi des grumes
- DME => DMA
- Pas de repasse : rotation : N années => N A.A.C.
- Valorisation de nouvelles essences
- N arbres max à exploiter

# Types d'exploitations industrielles en Afrique (suite)

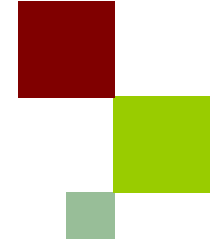


## Exploitation sous plan d'aménagement (ESPA) suite :

- Série de protection/conservation
- Pas d'exploitation près des cours d'eau, des sources
- fortes pentes exclues (Gabon : 25 % pour les pistes principales et 45% pour les pistes secondaires)
- Forêts culturelles exclues (sacrées...)



# Types d'exploitations industrielles en Afrique (suite)



## Exploitation faible impact (RIL) :

- Abattage amélioré
- Délivrance ?
- Treuillage des grumes
- Tracé des pistes optimisé
- Meilleure valorisation des grumes
- Dimensions parcs à grumes optimisées
- Traçabilité
- Routes secondaires tracées en fonction de la richesse du peuplement





- Les pratiques forestières
- Les impacts en terme de carbone
- Protocole d'études

# Effet sur stockage CO2 des décisions d'aménagement



ESPA par rapport à E.C. :

- DMA > DME : N arbres exploités+dommages diminuent  
=> CO2 reste en stock
- Nombre maximal d'arbres exploitables => dégâts acceptables  
=> reconstitution correcte => CO2 reste en stock durant rotation (Cf. Smith & Applegate, 2004 au Kalimantan)
- Arbres « monuments » (Gabon) => CO2 reste en stock
- Biomasse à long terme égale même si meilleure croissance après ouverture du peuplement => stock CO2 reste constant

# Effet sur stockage CO2 des décisions d'aménagement



ESPA par rapport à E.C. :

- Rotation : stock exploitable reconstitué en théorie (au moins en partie) => stock CO2 reste constant (Smith & Applegate, 2004 ; Holmes *et al.*, 2002 ; Healey *et al.* 2000).
- Séries de protection/conservation (env. 10 %) => CO2 reste en stock
- Pas d'exploitation près des cours d'eau, des sources, dans fortes pentes => CO2 reste en stock

# Effet sur stockage CO2 des opérations d'exploitation

## Reduced Impact Logging RIL :

- Abattage amélioré : pas de gaspillage (éclatement, roulure...) => CO2 reste en stock (12 à 25 %)
- Préservation des tiges d'avenir => stock CO2 reste constant
- Volume commercialisé plus important (meilleure découpe, meilleur suivi/évacuation des grumes via une traçabilité) => CO2 reste en stock





# Effet sur stockage CO2 des opérations d'exploitation

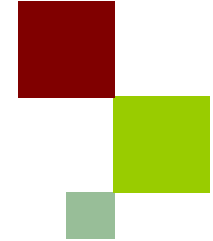


## Reduced Impact Logging RIL :

- Tracé des pistes optimisé (12% de moins/E.C.) => CO2 reste en stock
- Largeur des pistes de débardage optimisée => CO2 reste en stock
- Largeur des pistes principales et secondaires optimisée ; 7,5m et 5m de part et d'autre => CO2 reste en stock
- Tracé et largeur des routes optimisés => CO2 reste en stock

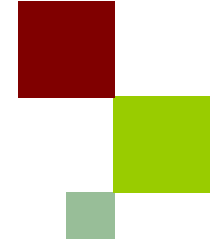


# Études existantes



- **Peu d'études sur la biomasse même**
- **Conditions différentes entre les continents et sur un même continent (Sist, 2000)**
  - En Amazonie, l'intensité de prélèvement = 4-5 tiges/ha, 40-70 m<sup>3</sup>/ha ;
  - En Afrique : 1-2 tiges/ha, 10-40 m<sup>3</sup>/ha ;
  - En Asie : 9-10 tiges/ha, 80-120 m<sup>3</sup>/ha.

# Études existantes



- **Brown et al., 2005 (Rep. du Congo)**
  - Étude du carbone libéré par abattage des arbres (y compris pistes) sur 99 trouées d'exploitation étudiées
  - 10 TC/ha libérés pour 0,5 arbres /ha exploités (diam moyen de 123cm, vol moyen de 25 m<sup>3</sup>/arbre).
  
- **Pinard & Putz 1996 (Sabah, Malaysia)**
  - Comparaison RIL / E.C. Exploitation de 104 m<sup>3</sup>/ha (forêts à dipterocarpacees)
  - **RIL = cartographie 1/5000<sup>e</sup>, abattage, débardage** sur 4 parcelles de 30 à 60 ha chacune comparées à autant de parcelles E.C. délianage ; pas d'exploitation dans les zones sensibles.
  - **EC : 67 % de la biomasse touchée contre 44 % pour le RIL**

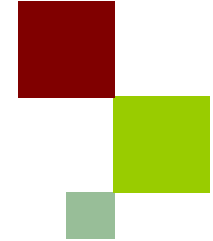


# Études existantes



- **Keller *et al.* (2004) ; Verissimo *et al.* (1992) ; Holmes *et al.* (2000) Parà (Brasil)**
  - Forêt nationale de Tapajos à Paragominas (5x 100 ha dont 3 parcelles RIL, 1 C.L. et 1 témoin) 4-8 arbres exploités par ha. Perte de 10 à 40 % de la biomasse.
  - **Comparaison exploitation conventionnelle et RIL et témoin**
  - Mesures de la nécromasse (varie de 53 T/ha pour E.C. à 28 T pour témoin)
  - Simulation à long terme avec et sans RIL

# Études existantes



- **Smith & Appelgate 2004 (Bornéo)**
  - Evolution théorique de la biomasse d'une forêt tropicale type de Bornéo gérée soit de manière durable (NFM : Natural Forest Management), soit d'une manière conventionnelle (CLR : Conventional Logging with premature Reentry logging).
  - Dans le cas de la forêt gérée durablement (NFM), le cycle de rotation est de 40 ans tandis que dans l'exploitation conventionnelle, les repasses sont estimées avoir lieu tous les 10 ans).
  - **Gain de 20 – 25 % en biomasse** (d'après les données de Sist et Bertault, 1998 ; Pinard, 1995 et Don Nicholson pers.comm.)



- Les pratiques forestières
- Les impacts en terme de carbone
- **Protocole d'études**

# Protocole d'étude proposé pour l'estimation de l'impact des différents modes d'exploitation forestière en Afrique centrale



- **L'impact des différentes décisions d'aménagement n'a pas encore été étudié en Afrique**
  - Étude biomasse des forêts à exploiter
  - Étude juste après exploitation
  - Évolution dans le temps
  - Effet des différents scénarios d'aménagement ou modes d'exploitation
  
- **A mesurer :**
  - Biomasse épigée (AGB)
  - Produits extraits
  - Bois mort
  - *Biomasse hypogée pas mesurée*
  
- **Méthodes de calcul**
  - **Gain-perte** : manque de données sur l'accroissement
  - **Différence de stock**

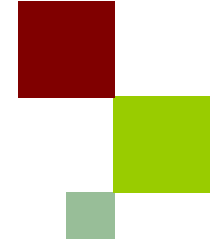
# Protocole (suite)



## ■ Stratification

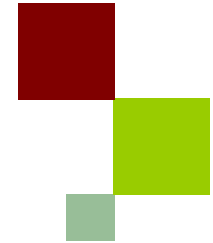
- Gibbs *et al.* 2007=> forte variation selon pente, l'altitude, la classe de drainage, le type de sol et l'historique de l'utilisation de la terre
- Maniatis *et al.* (in press) au Gabon, varie de 164 a 199 TC/ha selon association végétale. Or Brown *et al.* 2005 : 10,2 TC/ha extraits
- On peut se concentrer sur la ou les strates couramment exploitées

# Protocole (suite)



- **État de la forêt avant exploitation ; prise en compte de la variabilité de la forêt**
  - Gineste *et al.* (in press) au Ghana => CV de stock de  $C_{12}$ .
  - Ce CV a été augmenté pour prendre en compte une éventuelle variabilité importante. Calcul du nombre de placettes  $N = T^2 CV^2 / E^2$
  - => 35 parcelles rectangulaires de 0,5 ha x strates exploitées
  - Disposition aléatoire stratifiée
  - Mesures des arbres de 10 a 60 cm sur des layons puis > 60 cm sur toute la parcelle
  - Formule de Chave *et al.* (2005) => conversion en biomasse
  - **Suivi de la dynamique forestière** sur ces parcelles

# Protocole (suite)

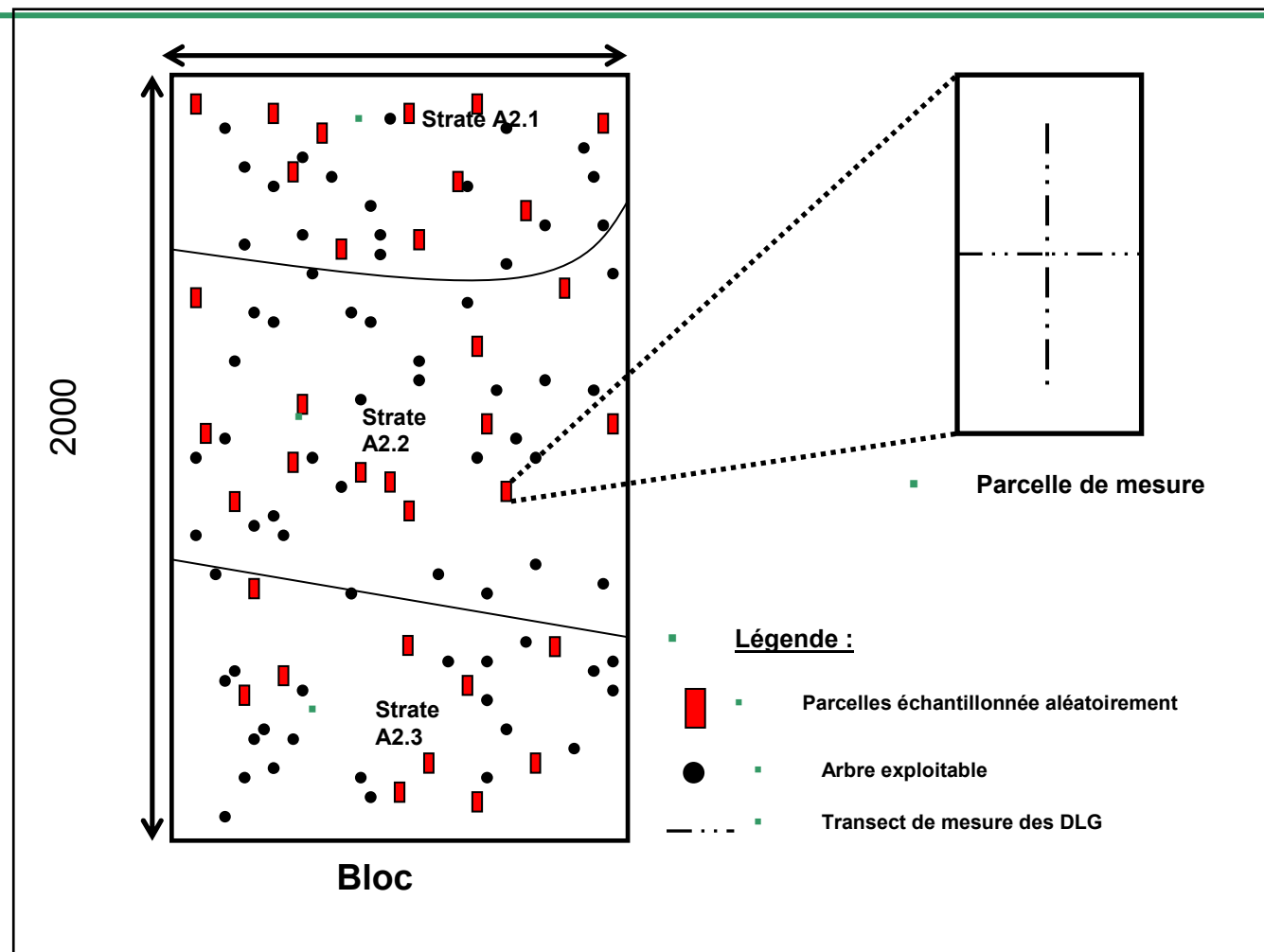


- **Nombre de *trouées* pour étude de l'impact de l'exploitation**
  - Basé sur trouées d'abattage (70 % des dégâts selon Brown *et al.*, 2005)
  - Pearson *et al.* 2007 : 100 trouées nécessaires (sans distinguer strates)
  - Jonkers (2000) au Cameroun : CV sur la taille des trouées
  - ici : **50 trouées mesurées** => de 25 à 100 ha **x strates exploitées** = taille du dispositif en comptant de 0,5 à 2 arbres exploités par ha.
  - Superficie de la trouée, mesure des volumes morts, volumes extraits
  - Parcs à bois, pistes débardage, routes
  - => caractérise les dégâts par arbre ou par m<sup>3</sup>, même s'il existe déjà des études ponctuelles
  - 4 parcelles re-alignées pour inclure l'arbre à exploiter

# Protocole (suite)

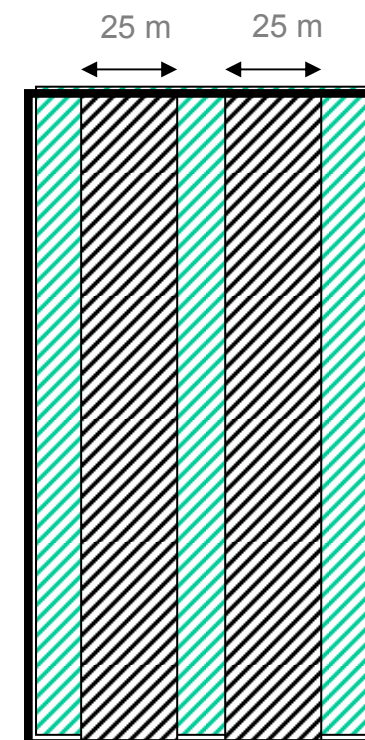
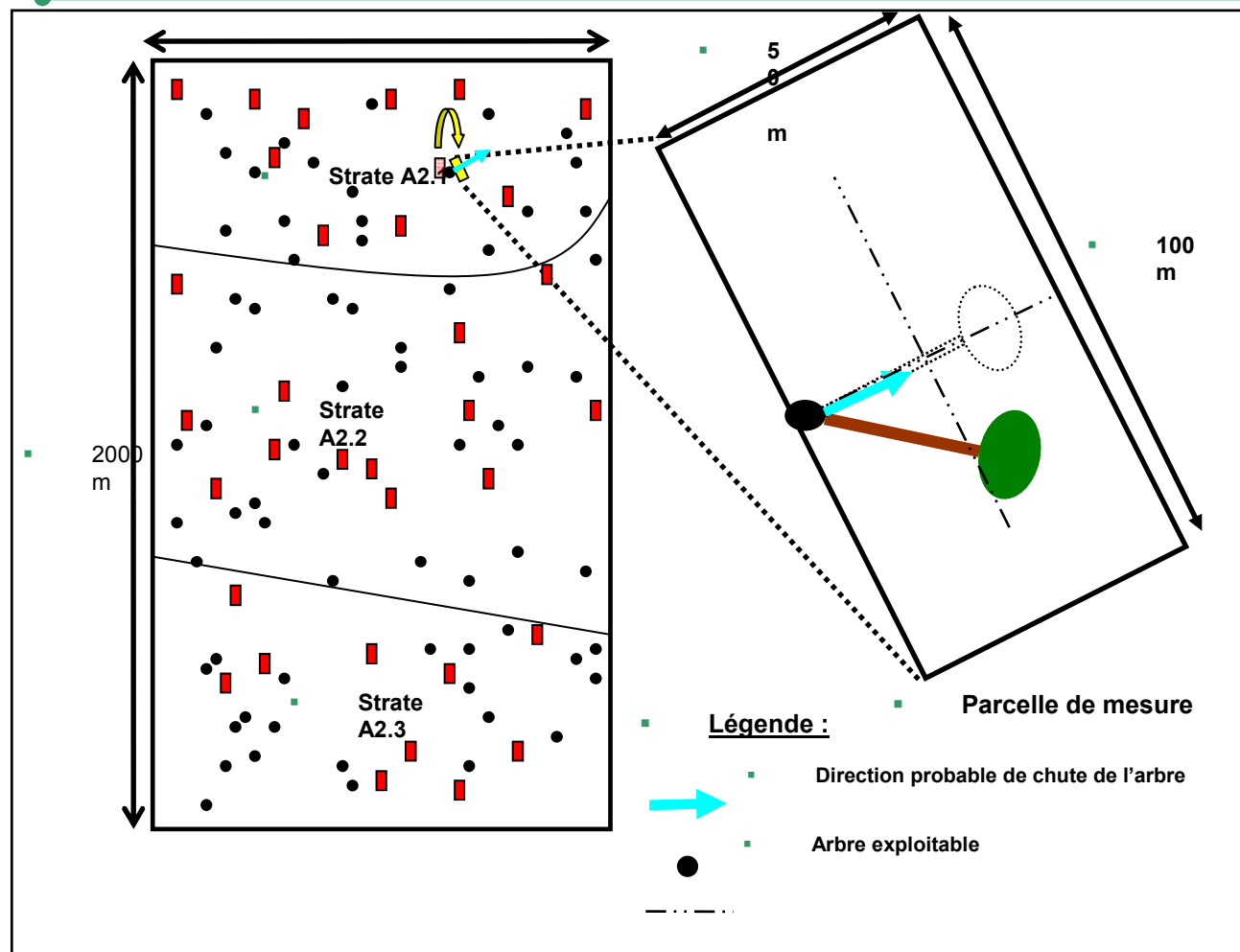
- **Estimation de la biomasse avant exploitation (t1)**

L'échantillonnage sera aléatoire et stratifié mais une douzaine de parcelles seront repositionnées sur les places d'abattage

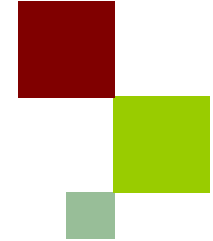




# Protocole (suite)

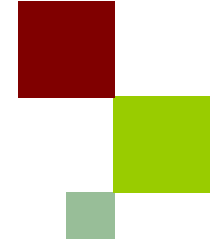


# Protocole (suite)



- **Comparaison entre différents types d'exploitation**
  - Par strate, tester différents types d'exploitation : RIL / ESPA / CL donc 3 x 35 trouées
  - même si peu de variations entre ces types a priori (abattage, pistes de débardage) sinon, application des résultats des dispositifs donnant les dégâts en fonction des types d'exploitation. Pour l'abattage => gains en volume
- **Comparaison des différentes décisions d'aménagement**
  - Essentiellement DME/DMA, durée rotation et N max d'arbres à abattre
  - Utilisation de modèles issus d'autres dispositifs ou données de rapports d'inventaires

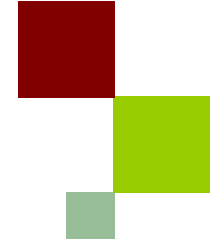
# Études en parallèle



- L'élaboration d'une équation allométrique *régionale* avec un domaine validité allant jusqu'à 2 m de diamètre
- L'élaboration d'équations de cubages et **de BEF pour les essences commerciales**, par continent puis par pays et par type de forêt
- Des mesures sur les densités encore inconnues de certains bois d'Afrique Centrale

Des mesures sur la décomposition du bois et sur la densité du bois mort à différents stades de décomposition

# Bibliographie



- Bauwens S. 2009 : L'impact de différents modes d'exploitation forestière sur les stocks de carbone en Afrique Centrale. ONFI 64p.
- Brown, S., Pearson, T., Moore, N., Parveen, A., Ambagis, S. & Shoch, D., 2005. *Impact of selective logging on the carbon stocks of tropical forests: Republic of Congo as a case of study. Deliverable 6: Logging impacts on carbon stocks*. Winrock International, 21p.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. - P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B. & Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87–99
- Durrieu de Madron, L., Forni, E. & Mekok, M., 1998. Les techniques d'exploitation à faible impact en forêt dense humide camerounaise. *Série FORAFRI* 17, 28 p.
- Durrieu de Madron, L., Fontez, B., Dipapoundji, B., 2000. Dégâts d'exploitation et débardage en fonction de l'intensité d'exploitation en forêt dense humide d'Afrique Centrale. *Bois et Forêts des Tropiques* 264: 57-60
- Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O. & Foley, J. A., 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environ. Res. Lett.* 2, 13 p.
- Gineste, M., Martel, S., Henry, M., Adu-Bredu, S. & Saint-André, L., (en publication). Estimating the impact of selective logging on aboveground carbon stocks in Boi Tano Forest Reserve.
- Healey J.R., Price C., Tay R. 2000 : The cost of carbon retention by reduced impact logging *Forest ecology and management* 139 : 237-255.
- Holmes T., Blake G., Zweede J., Pereira R., Barreto P., Boltz F. & Bauch R. 2002 : Financial costs and benefits of reduced impact logging relative to conventional logging in eastern Amazon. *Forest ecology and management* 163 : 93-110.
- Jonkers, W., 2000. Logging, Damage and Efficiency : A Study on the Feasibility of Reduced Impact Logging in Cameroon. Rapport final Tropenbos , 57 p

# Bibliographie



- Keller, M., Palace, M., Asner, G., Pereira, R., Sylva, J. S. N., 2004 a. Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 10 : 784–795, doi: 10.1111/j.1529-8817.2003.00770.x
- Keller, M., Asner, G., Silva, N., Palace, M., 2004 b. Sustainability of selective logging of upland forests in the Brazilian Amazon: Carbon budgets and remote sensing as tools for evaluating logging effects. In : Zarin, D., J. Alavalapati, F. Putz and Schmink M (ed.), *Working forests in the Neotropics*. pp. 41-63.
- Maniatis, D., Teillier, L., White, L., Malhi, Y., Saatchi, S., Starkey, M., Aba'a, R. & Schwartzberg. (en publication). Evaluating the potential use of commercial inventory data to assess aboveground biomass in Gabon.
- Pearson, T., Brown, S., 2005. *Guide de Mesure et de Suivi du Carbone dans les Forêts et Prairies Herbeuses*. Winrock International.
- Pearson, T. R.H., Brown, S. L. & Birdsey, R. A., 2007. *Measurement Guidelines for the Sequestration of Forest Carbon*. USAD Forest Service. 42p
- Pinard, M., Putz, F., 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage.. *Biotropica* 172: 278-295.
- Putz, F.E., Zuidema P.A., Pinard M.A. et al . (2008) Improved tropical forest management for carbon retention. *PLoS Biol* 6 , e166. doi:10.1371/journal.pbio.0060166
- Sist, P., 2000. Les techniques d'exploitation à faible impact. *Bois et Forêts des Tropiques* 265: 31-43.
- Smith, J., Applegate, G., 2004. Could payments for forest carbon contribute to improved tropical forest management?. *Forest Policy and Economics* 6: 153 - 167.
- Verissimo A., Barreto P., Mattos M., Tarifa R., Uhl C. 1992 : Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old amazonian frontier. The case of Paragominas. *Forest ecology and management* 55 : 169-199.