



Écologie et gestion durable de plantations industrielles tropicales d'Eucalyptus

Thésard : R. d'Annunzio
Directeur : J-F. Dhôte
Encadrant principal : L. Saint-André

Logos:
INRA: Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt Bois, Unité Mixte de Recherches INRA-ENGREF 1402
CIRAD
U.R. 2P. I.
IRD: Institut de recherche pour le développement
CENTRE D'ÉCOLOGIE FONCTIONNELLE & ÉVOLUTIVE

Réalités économiques

2

- Les plantations industrielles au niveau mondial :

187 millions d'ha, 1/3 sous les tropiques et 2/3 en forêt tempérée ou boréale (FAO)

- En milieu tropical (70 M ha) :

5 % de la surface forestière mais 35 % de la biomasse ligneuse

L'**Eucalyptus** représente **7M ha** (10% des plantations)

Rotation de 5 à 10 ans, 10 à 40 m³ /ha /an

- Plantations à croissance rapide en pleine expansion
Pression démographique
Augmentation des besoins en bois (panneaux, charbon et **pâte à papier**)
- De 1990 à 2010, la consommation de papier aura augmenté de **80 %** (FAO)

Enjeux écologiques

3

Fertilité du sol

- Exportation de biomasse sur des sols pauvres et peu structurés
- + Stockage de C dans les racines, remontée d'EM, apports de MO

Biodiversité

- Destruction de forêts naturelles : 7% plantation, 93% agriculture (Indonésie, Chili)
- + Reconversion de savanes ou terre arables abandonnées (Congo, Chine, Inde)

Ressource en eau

- Grandes étendues avec une pluviométrie insuffisante (Afrique du Sud, Brésil, Sud Chili)
- + Plantation en mosaïque et pluviométrie suffisante ($> \text{ETR} + 300 \text{ mm}$) (Congo, Brésil)

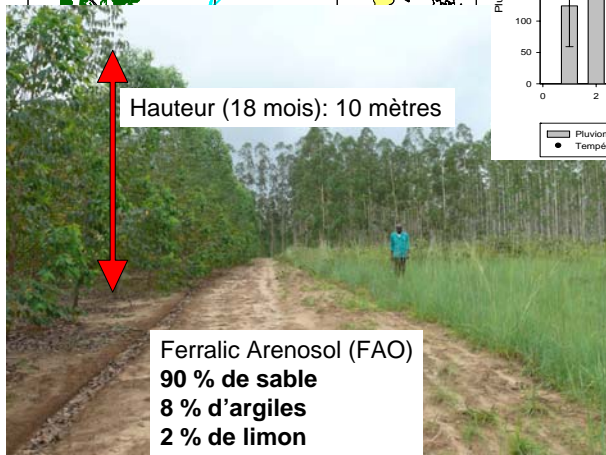
Contraintes édaphiques et climatiques au Congo

4

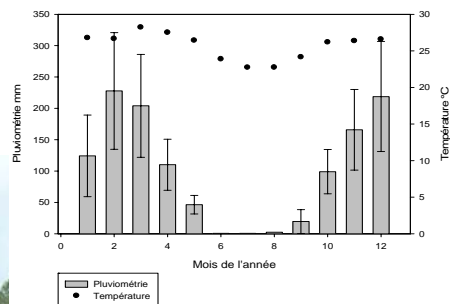
Pluviométrie : 1220 mm
Température : 26°C



Hauteur (18 mois): 10 mètres



Ferralic Arenosol (FAO)
90 % de sable
8 % d'argiles
2 % de limon



Sylviculture **intensive** :
Rotation de 7 ans
Volume : 200 m³/ha

Matière organique : 2 %
pH : 4.5
Pauvre en éléments minéraux sauf P

Eau et éléments minéraux : une essence efficace

5



Racines jusqu'à 12 m de profondeur
Forte capacité à capter l'eau

Bilan minéral au bout d'une rotation :
Nul pour tous les EM sauf
Déficit de **N** de **150 kg/ha**



Mat racinaire

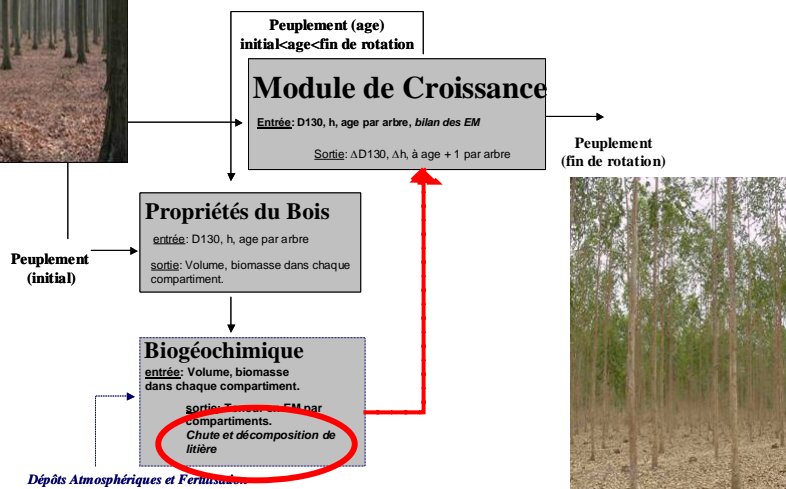
Recyclage des éléments minéraux :

Chute de litière / Décomposition

Entre un système « balayé » et un système où la litière est rajoutée, la différence de production est de 100%

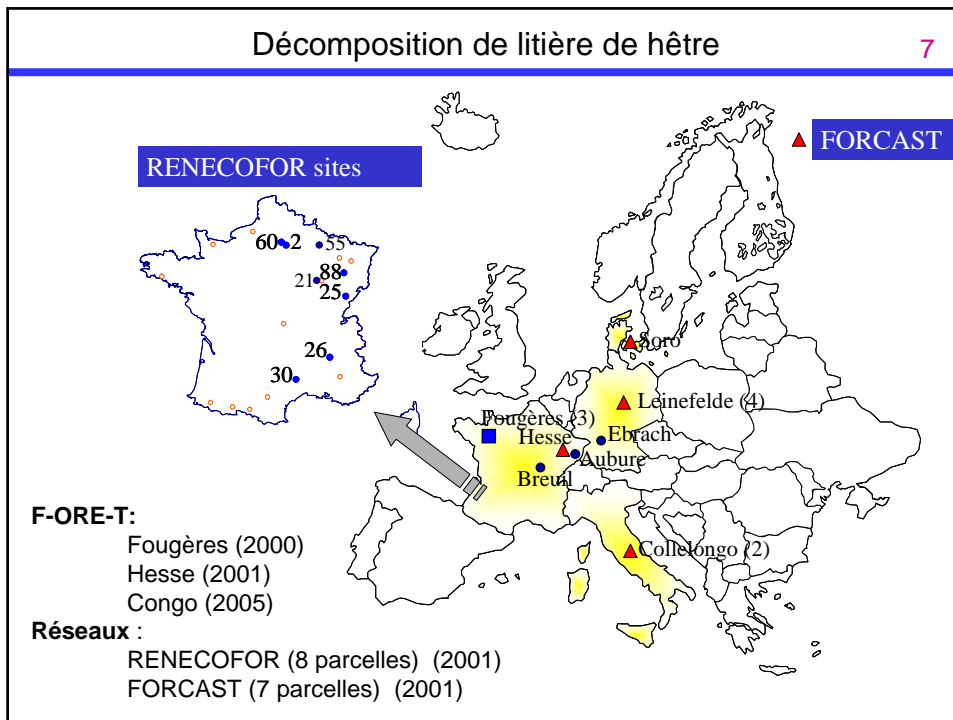
D'une essence à l'autre, un modèle commun 6

Chaînes de modèles Fagacées / Eucalypt-Dendro



Décomposition de litière de hêtre

7



Modèle d'évolution continue de la matière organique

8

Le substrat est caractérisé par une variable synthétique : **la qualité**

Initialement, la distribution du carbone, centrée autour d'une qualité initiale, évolue au cours du temps, avec des paramètres qui caractérisent l'**activité des décomposeurs** ainsi que les **conditions édaphiques**

$$q(t) = \frac{q_0}{[1 + (\beta - 1) \times \eta \times 10 \times f_c \times t \times q_0^{\beta-1}]^{\frac{1}{\beta-1}}}$$

Les concentrations en **carbone** et **azote** du substrat s'expriment en fonction de la qualité. Les paramètres qui déterminent leur dynamique sont communs aux deux éléments : **le modèle est dit « couplé »**

$$C(q) = \left(\frac{q}{q_0}\right)^{\frac{1}{\eta \times 10 \times e^{\eta \times 10 \times f_c \times t}}} \times \exp\left(\frac{q_0 - q}{\eta \times 10}\right)$$

$$N(q) = \left(\frac{q}{q_0}\right)^{\frac{1}{\eta \times 10 \times e^{\eta \times 10 \times f_c \times t}}} \times \left[\frac{f_n}{f_c \times r \times \theta} \times \exp\left(\frac{q_0 - q}{\eta \times 10}\right) + \left(1 - \frac{f_n}{f_c \times r \times \theta}\right)\right]$$

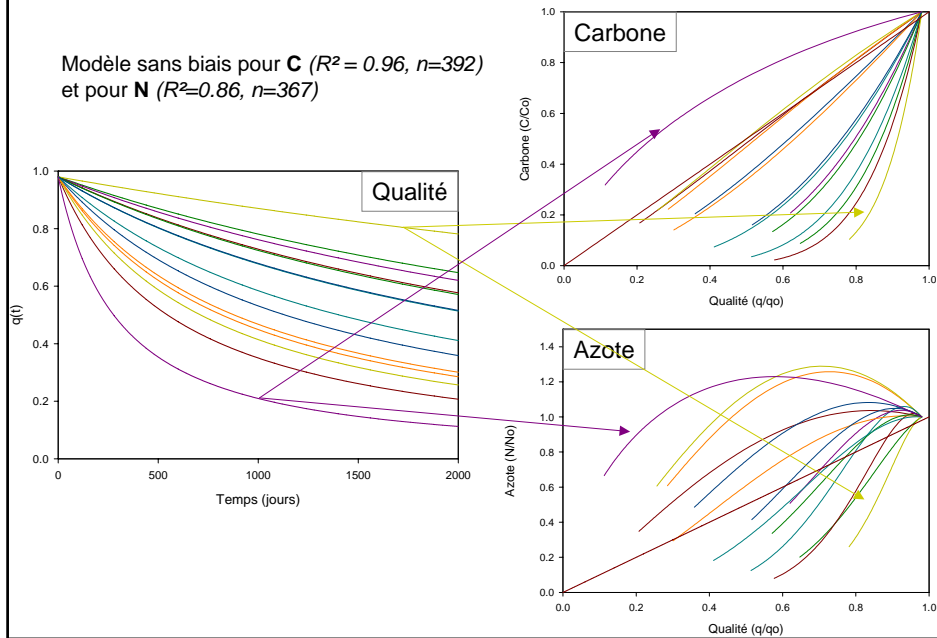
Au cours de la décomposition la distribution s'élargit et se déplace vers les **qualités plus basses**. Les apports au sol sont considérés comme un même continuum : **le modèle est dit « continu »**

(Modifié d'après Ågren et al. 1998)

MEC : résultats hêtre en milieu tempéré

9

Modèle sans biais pour **C** ($R^2 = 0.96$, $n=392$)
et pour **N** ($R^2=0.86$, $n=367$)



MEC : paramètres du milieu et saisonnalité

10

- Facteurs favorisant la décomposition :
 - pH peu acide
 - altitude peu élevée
 - bonne humidité
 - écart faible entre C/N de l'humus et C/N de la litière fraîche

- Ces conditions sont globalement réunies au Congo

Intérêt de regarder la dynamique de décomposition au **niveau saisonnier** pour comprendre plus finement les interactions entre **facteurs climatiques** et **activité des organismes décomposeurs**

Décomposition de litière d'eucalyptus

11



En conditions non limitantes (saison humide) :
Dynamique classique de décomposition

En conditions limitées (saison sèche) :
Cessation de l'activité des décomposeurs



Utilisation d'un marqueur isotopique : ^{15}N

12

Objectif : **évaluer les immobilisations d'azote** dans la biomasse



Utilisation d'un **isotope naturel et stable** de l'azote comme marqueur :

$$\text{Atmosphère } N = 0.9963 \text{ } ^{14}\text{N} + 0.0037 \text{ } ^{15}\text{N}$$

Fort pouvoir discriminant

Épandage de litière enrichie au pied d'un arbre (introduction du marqueur) et abattage après 6 et 18 mois pour analyse de la minéralomasse et de la composition isotopique (détection du marqueur)

- Quantifier et modéliser la **dynamique** de l'**azote** des **produits de décomposition**

Ajuster le modèle obtenu sur le hêtre aux données eucalyptus (277 points, 15 dates)

- Quantifier et modéliser la dynamique de l'**azote immobilisé** dans la biomasse

Relier les paramètres du modèle sol avec ces données afin de boucler le modèle de croissance

