

A partnership programme on :

SITE MANAGEMENT AND PRODUCTIVITY IN TROPICAL FOREST PLANTATIONS

- Impact on soils and options for management over successive rotations -

EFFECTS OF AFFORESTATION ON SOIL WATER BALANCE: EUCALYPTUS PLANTATION IN THE KOUILOU BASIN (CONGO)

Georges Nizinski⁽¹⁾, Dominique Morand⁽¹⁾, Jean-Pierre Bouillet⁽²⁾ and Jean de Dieu Nzila⁽²⁾

⁽¹⁾ ORSTOM, B.P. 1286, Pointe Noire, Congo, phone: 242-94-02-38, fax: 242-94-39-81, e-mail ORS11@calvacom.fr

⁽²⁾ U.R.2P.I./CIRAD-Forêt, B.P. 1291, Pointe Noire, Congo, phone: 242-94-31-84, fax: 242-94-47-95, e-mail URI11@calvacom.fr

In a five years-old Eucalyptus plantation (*Eucalyptus alba* x *Eucalyptus urophylla*, mean height is 24.2 m, mean stem diameter at soil level is 0.17 m, stand density is 502 trees.ha⁻¹, total basal area is 11.0 m².ha⁻¹, leaf area index is 3.2, total wood production is 118.5 m³.ha⁻¹) and in a savannah with *Loudetia arundinacea*, gross precipitations (Pi), throughfall (rain gauges) and soil water content (neutron probe) were measured weekly during the rainy season from October 1996 to April 1997 and during the dry season, from June to September 1997. Actual evapotranspiration, net interception and transpiration was derived from the water balance equation method. Moreover, transpiration was measured using the radial flow meter. The soil water profiles (soil water content and potential plotted to soil depth) were established, giving an account of preferential water uptake zones and rooting depths of Eucalyptus plantation (5 m depth) (Fig.1) and savannah species (3 m depth) (Fig.2).

Throughfall, net interception during the rainy season were 323.6 mm and 36.2 mm (89.9 and 10.0 % of Pi) for the Eucalyptus plantation (Fig.3) and 333.3 mm and 26.1 mm (92.7 % and 7.3 % of Pi) for the savannah (Fig.4), respectively. The mean seasonal daily actual transpiration of the plantation and savannah was 4.20 and 2.69 mm.day⁻¹ during the rainy season (November to April) and 1.03 and 1.22 mm.day⁻¹ during the dry season (June to September); the mean seasonal daily actual evapotranspiration of the plantation and the savannah was 4.68 and 2.99 mm.day⁻¹ (rainy season) and 1.24 and 1.58 mm.day⁻¹ (dry season); the total seasonal actual evapotranspiration was 992.2 mm and 633.9 mm (rainy season) and 157.6 mm and 186.7 mm (dry season), with total annual respectively 1149.7 mm for a plantation (97.7 % of Pi₁₉₅₀₋₁₉₉₇) and 820.5 mm for a savannah (69.7 % of Pi₁₉₅₀₋₁₉₉₇); the mean annual precipitation (1950-1997), Pi₁₉₅₀₋₁₉₉₇ was 1177.1 mm.year⁻¹.

The daily maximal value of the actual evapotranspiration is 4.68 mm.day⁻¹, value that one will suppose to be optimal for this plantation; the plantation is old 64 month (1920 days), one calculate an actual evapotranspiration optimal drawn on this period (8986 mm), precipitations drawn on the same period being 6140 mm: there would be precipitation deficit of 2845 mm. The wood production during this period has been 118,5 m³.ha⁻¹, one can calculate a theoretical water-use efficiency: 0.019 m³.mm⁻¹.ha⁻¹. By using this efficiency (inferior to the water-use efficiency in optimal conditions since calculated during of a period with soil-water stress) total wood production would increase to 172,6 m³.ha⁻¹, with a gain of 54.1 m³.ha⁻¹.

One has compared precipitations during the rainy season to the mean annual precipitation on 47 years (Pi₁₉₅₀₋₁₉₉₇=1029.1 mm) (Fig.5) for the rainy season 1995-1996 (Pi₁₉₉₅₋₁₉₉₆=1340.0

Fonds Documentaire IRD



010025055

Fonds Documentaire IRD

Cote: BX25055

Ex: unique

mm) and in order that of 1996-1997 ($P_{i1996-1997}=459.3$ mm): the rainy season 1996-1997 is rain-deficient as compared to the mean annual precipitation ($P_{i1996-1997}=45\%$ of $P_{i1950-1997}$) and as compared to the rainy season 1995-1996 ($P_{i1995-1996}=130\%$ of $P_{i1950-1997}$). The savannah is a natural ecosystem adapted to the climate of Bas-Congo characterized by a significant annual precipitation variability: the savannah has a cycle of vegetation at the end of which (September) one can estimate a water content that subsists in the soil. The soil-water content in September 1997 is similar that September 1996: during of a rain-deficient year following to an rain-excess or rain-normal year, the soil-water content remains the same (6 mm increase). During of rain-deficient year 1997, transpiration, dry matter production, phenology are modified but the sequence of several rain deficient years does not compromise the durability of the savannah. The plantation of Eucalyptus is a man-made ecosystem that takes up/transpires all the year and uses all the available water: the soil-water content in September 1997 is 15 mm inferior to that September 1996. The sequence of several rain-deficient years will reduce the wood production of the plantation and can threaten its durability.

Key words: afforestation; sustainability; plantation; savannah; soil-water balance; throughfall; net

interception; evapotranspiration; transpiration; Eucalyptus.

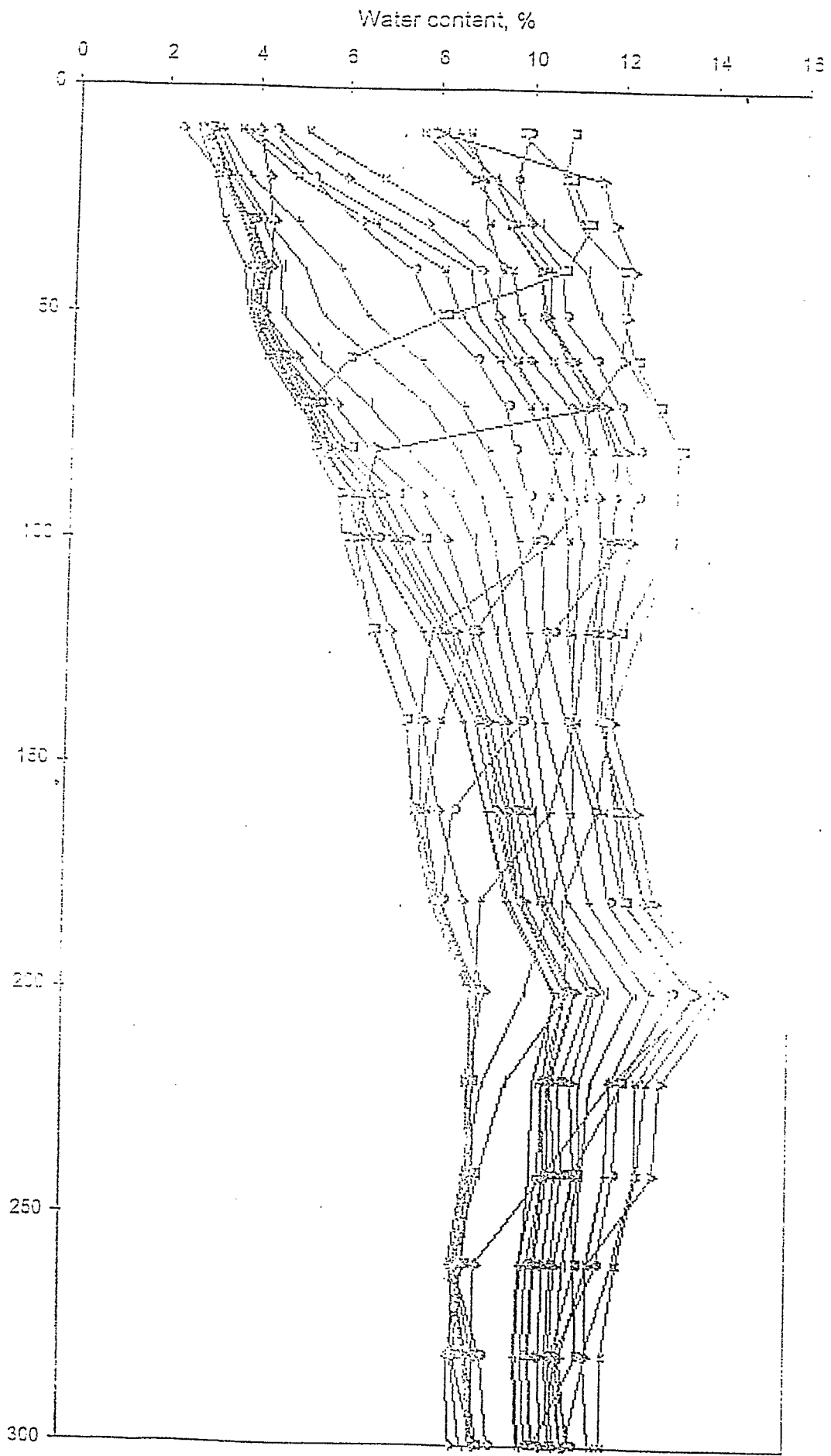
Figure n°1 - Soil water profiles ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3} \times 100\%$) plotted to soil depth (cm), from the 17th of February to the 13th of October 1997 in the soil of savannah.

Figure n°2 - Soil water profiles ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3} \times 100\%$) plotted to soil depth (cm), from the 17th of February to the 13th of October 1997 in the soil of Eucalyptus plantation.

Figure n°3 - Gross precipitation (Pi) plotted to throughfall (Ps) for Eucalyptus plantation (weekly value), from the 17th of February to the 13th of October 1997.

Figure n°4 - Gross precipitation (Pi) plotted to throughfall (Ps) for savannah (weekly value), from the 17th of February to the 13th of October 1997.

Figure n°5 - The mean annual precipitations evolution from 1950 to 1997 at Pointe Noire meteorological station ($P_{\text{mean}}=1170$ mm.year⁻¹).



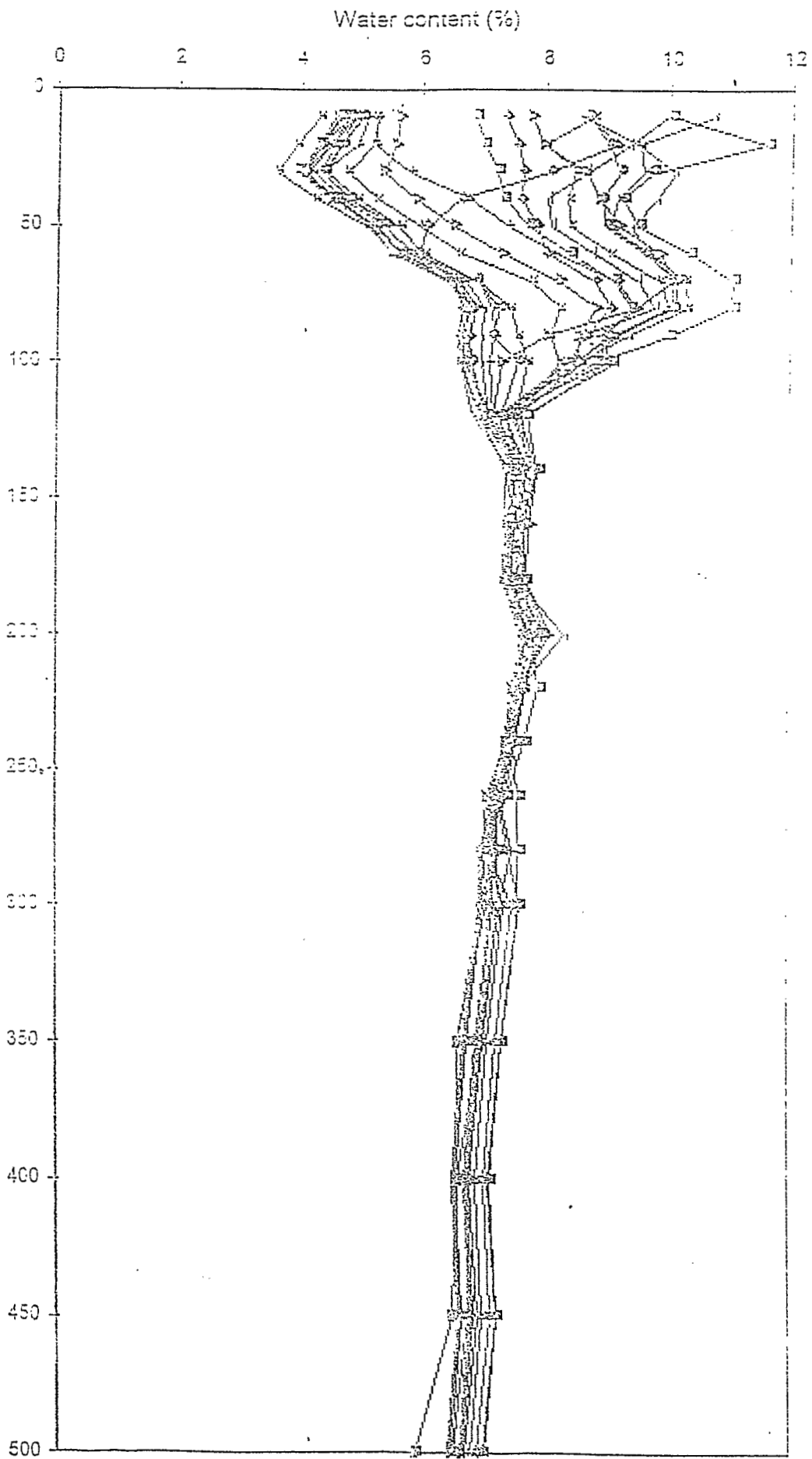


Fig. 2

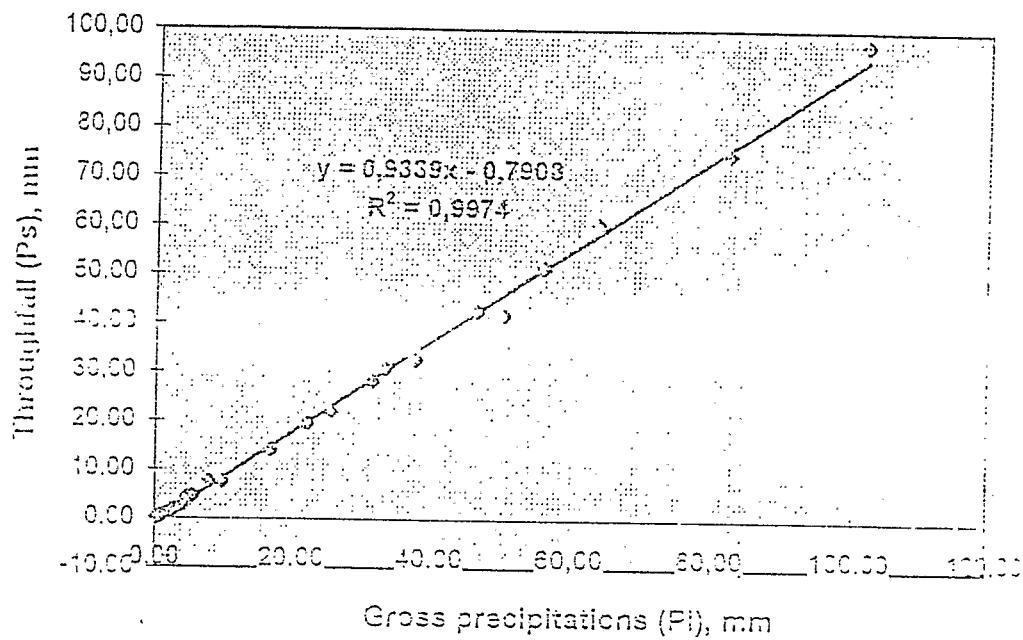


Fig. 3

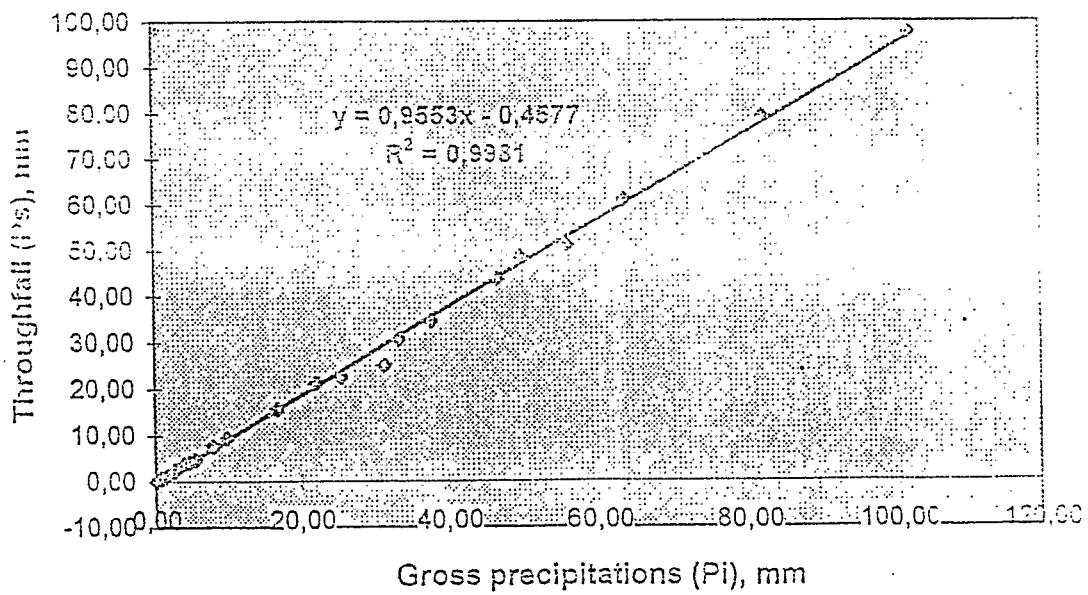


Fig. 4

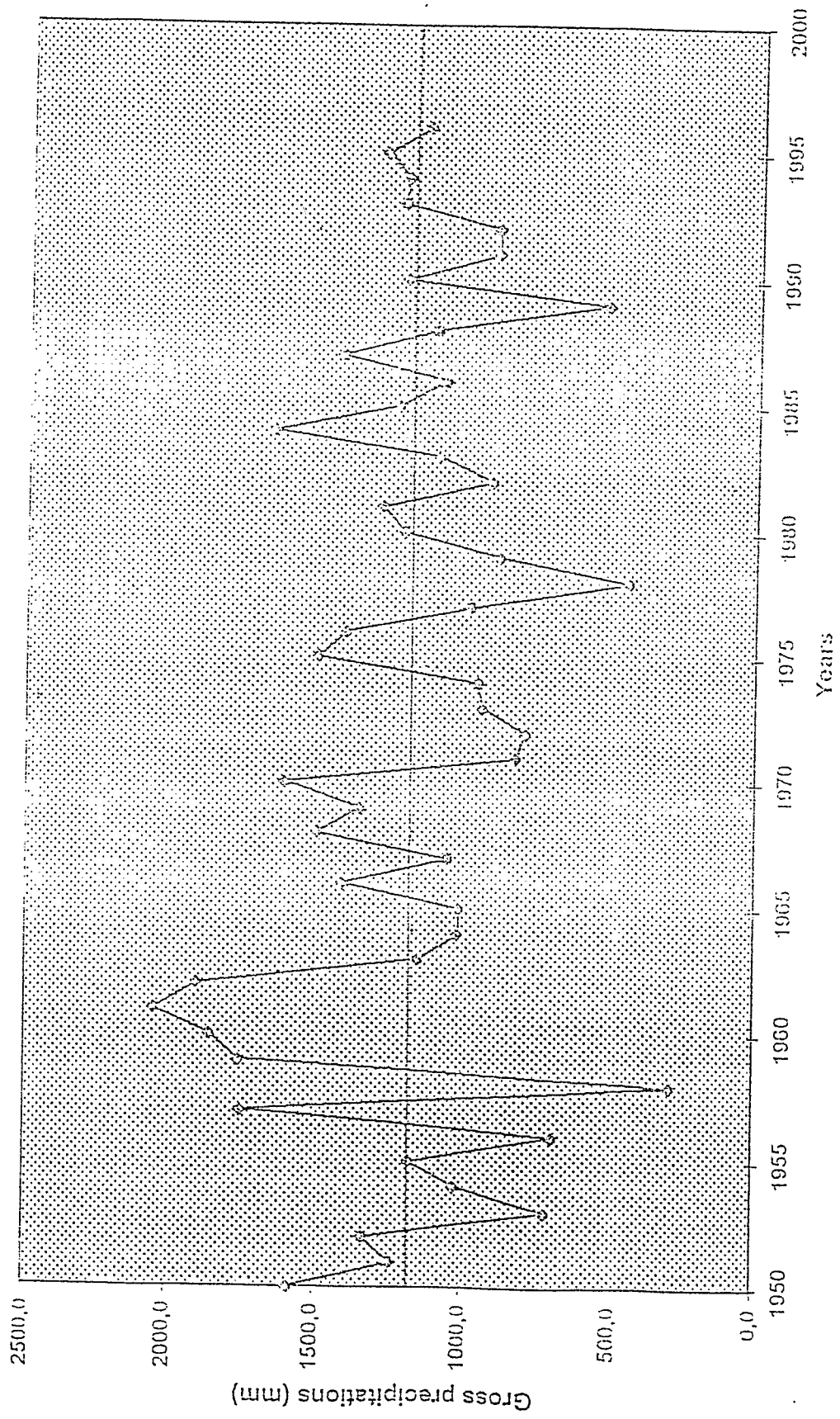


Fig. 51

FICHE DE MISSION

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en
Coopération - ORSTOM
Département « *Ressources et Environnement* »
213, rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

Pays visités:.....Afrique du Sud

Durée et date:.....8 jours (mission prise en charge par l'organisateur)

.....du 16 au 24 février 1998

Missionnaire:

Nom, Prénom, Grade:.....NIZINSKI Georges, Chargé de Recherche 1

Département, G.P.:.....Ressources et Environnement
.....Forêts (GP42)

Objet de la mission:

1) participation à l'atelier CIFOR « *Site management and productivity in tropical plantations: Impact on soils and options for management over successive rotations* »; Pietermaritzburg, Institute for Commercial Forestry Research; j'y ai présenté mon travail du Congo

2) collaboration scientifique avec Peter DYE de Division of Water, Environment and Forest Technology, University of Natal, Scottsville, Afrique du Sud.

Ma mission en Afrique du Sud avait deux objectifs: 1^{er}) participer à l'atelier de Center for International Forestry Research (CIFOR)⁽¹⁾ et 2^{ème}) établir une collaboration scientifique avec Peter DYE dans le cadre du programme que je mène actuellement au Congo.

A) Atelier de Center for International Forestry Research

1. Introduction

J'ai participé à l'atelier « *Site management and productivity in tropical plantations: Impact on soils and options for management over successive rotations* » organisé par Institute for Commercial Forestry Research⁽²⁾. Le congrès a eu lieu du 16 au 20 février 1998 à Pietermaritzburg en Afrique du Sud (Annexe n°1) sous le patronnage du Center for International Forestry Research (CIFOR)⁽³⁾.

Cet atelier a permis à la communauté scientifique travaillant sur des plantations d'arbres à croissance rapide (Eucalyptus, Pin, Acacias) en zone tropicale d'entrer en contact avec les représentants de programmes d'actions menées au niveau national, et de définir des méthodes et des cadres appropriés pour un travail en commun. Dans l'Annexe n°4 les problématiques scientifiques sont développées.

De nombreuses spécialités étaient représentées: hydrologie, écophysiologie, bioclimatologie, foresterie, nutrition minérale, génétique; 26 scientifiques⁽⁴⁾ de 11 pays tropicaux y participaient (Annexe n°2); 18 contributions ont été exposées (Annexe n°3).

⁽¹⁾ CIFOR - Center for International Forestry Research, Jalan CIFOR, Situ Gede, Sindangbarang, Bogor 16680, P.O. Box 6596 JKPWB, Jakarta 10065, Indonésie, téléphone: 62-251-622-622, fax: 62-251-622-100, e-mail cifor@cgnet.com

⁽²⁾ lieu du congrès: Institute for Commercial Forestry Research, University of Natal, Scottsville 3209, Box 100281, Afrique du Sud, téléphone: 27-331-62-314; fax: 27-331-68-905

⁽³⁾ comité d'organisation du congrès: Christian COSSALTER (CIFOR, Indonésie), Peter J.T. ROBERTS (ICFR, Afrique du Sud) et Sadanandan E.K. NAMBIAR (CSIRO, Australie).

⁽⁴⁾ la liste et les adresses des participants se trouve dans l'Annexe n°2

J'y ai présenté mon travail du Congo: deux communications, l'une intitulée « Effects of afforestation on soil water balance: Eucalyptus plantation in the Kouilou Basin » et l'autre « Study of the sustainability of Eucalyptus commercial plantations in the Congo » (Annexe n°5); ces communications ont été présentées avec les chercheurs de CIRAD-Forêt/U.R.2P.I. de Pointe Noire (Jean-Pierre BOUILLET et Jean de Dieu NZILA) et de l'INRA de Nancy (Jacques RANGER).

2. Déroulement de l'atelier

L'Atelier s'est déroulé selon le programme qui est présenté dans l'Annexe n°1; il y avait six sessions plénières consacrées aux résultats des recherches des sites d'études CIFOR et aux propositions d'élargissement du programme CIFOR à de nouveaux partenaires . On a abordé des aspects pratiques de fonctionnement du CIFOR: échanges d'informations, propriété des résultats des recherches, politique des publications, organisation du réseau CIFOR, nouveaux sites et perspectives de développement du réseau CIFOR. Le dernier jour a été destiné à la visite sur le terrain (Natal Midlands) d'une station d'essais de fertilisation en pépinière d'Eucalyptus et d'une station d'étude de la compaction des sols sous plantation d'Eucalyptus.

3. Résultats du congrès

* Les résultats du congrès (18 contributions) sont présentés sous forme de comptes rendus édités par Christian COSSALTER, Sadanandan E.K. NAMBIAR et John TURNBULL. Je joins au rapport la table de matières de ces comptes rendus (Annexe n°3) - je les tiens à la disposition de tous les chercheurs intéressés.

* Ce congrès m'a permis de suivre les mises au point sur des travaux récents en foresterie (hydrologie forestière, écophysiologie des arbres à croissance rapide, nutrition minérale) en zone tropicale (Afrique du Sud, Australie, Brésil, Chine, Congo, Etats-Unis, France, Inde, Indonésie, Madagascar, Royaume Uni).

* contribution de l'ORSTOM: j'y ai présenté mon travail du Congo - deux communications; ces communications ont été présentées avec les chercheurs de