

# Identification d'espèces végétales appropriées pour la fixation des berges et la récupération des terres dégradées dans le système de décrue du cercle de Yélimané

## *Identification of Suitable Plant Species for the Fixation of Banks and the Restoration of Degraded Lands in the Flood Recession System of the cercle of Yélimané*

**Maïga Abdou Yéhiya<sup>1</sup>, Timbély Dommo<sup>1\*</sup>, Sénou Oumar<sup>1</sup>, Kouyaté Amadou Malé<sup>2</sup>, Maïga Abba Sékou<sup>3</sup>, Keïta Moussa<sup>4</sup>, Dembélé Fadiala<sup>5</sup>, Coulibaly Dounanké<sup>1</sup>, Yossi Harouna<sup>6</sup>, Traoré Diakaridia<sup>1</sup>, Bengaly MPIè<sup>1</sup>, Kanté Salif<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 258, Bamako, Mali

<sup>2</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 16, Sikasso, Mali

<sup>3</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 117, Gao, Mali

<sup>4</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 258, Mopti, Mali

<sup>5</sup>Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou IPR/IFRA - BP 06, Koulikoro, Mali

<sup>6</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 262, Sotuba, Mali

<sup>7</sup>Station de Recherche Agronomique de Cinzana - BP 214, Ségou, Mali

\*Auteur pour la correspondance : dommotimbely@hotmail.com

### Résumé

Les berges des cours d'eau sont fortement dégradées suite à la conjugaison de facteurs climatiques et anthropiques néfastes. En effet, la croissance de la population a occasionné des besoins alimentaires nouveaux dont la satisfaction passe par une forte pression sur les ressources. Cette pression se manifeste surtout dans les plaines alluviales, domaine des cultures de décrue qui sont une technique ancestrale de résilience aux effets du climat qui perturbent très négativement les zones des cultures sèches. La recherche de terres cultivables compensatoires dans les zones exondées se traduit par un déboisement très sévère dans la plaine jusque sur les bords des cours d'eau. La dénudation des berges les expose à la dégradation physique suite à l'érosion hydrique et au piétinement lié au surpâturage.

La fixation biologique des berges vise leur protection et l'identification d'espèces végétales appropriées dans le but du retour progressif de l'équilibre écologique pour un développement durable.

La présente étude intitulée « Identification d'espèces végétales appropriées pour la fixation des berges et la récupération des terres dégradées dans le système de décrue du cercle de Yélimané » vise à déterminer les meilleures espèces végétales ligneuses et herbacées pour la fixation biologique des berges.

Le matériel végétal est constitué de deux espèces locales (*Senegalia senegal* (L.) Willd et *Faidherbia albida* Del.) et deux espèces exotiques (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC. et *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh).

La méthodologie adoptée a consisté à suivre les paramètres dendrométriques pour la sélection des espèces les plus appropriées pour la fixation biologique des berges.

Les résultats ont montré que *Eucalyptus camaldulensis* et *Prosopis juliflora* sont les espèces ligneuses les plus indiquées pour la fixation biologique des berges des cours d'eau dans les conditions de Yélimané.

**Mots-clés :** berges, dégradation, cultures de décrue, Mali.

## **Abstract**

*Riverbanks are severely degraded due to a combination of negative climatic and anthropogenic factors. Indeed, population growth has created new food needs that require strong pressure on the land to be met. This pressure is most evident in alluvial plains, the area of flood recession cropping, which is an ancestral technique of resilience to climatic effects, which affect rainfed crop areas in a very negative way. The search for compensatory arable land in non-flooded areas results in very severe deforestation in the plain up to riverbanks. The stripping of banks exposes them to physical degradation due to water erosion and trampling due to overgrazing.*

*The biological fixation of banks aims at protecting them and identifying appropriate plant species in order to gradually restore ecological balance for sustainable development.*

*This study entitled "Identification of Suitable Plant Species for the Fixation of Banks and the Restoration of Degraded Lands in the Flood Recession System of the cercle of Yélimané" aims to determine the most suitable herbaceous and woody species for the biological fixation of banks.*

*The plant material includes two local species (*Senegalia senegal* (L.) Willd and *Faidherbia albida* Del.) and two exotic species (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC. and *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh).*

*The methodology adopted consisted in following the dendrometric parameters for the selection of the most appropriate species for the biological fixation of banks.*

*The results show that *Eucalyptus camaldulensis* and *Prosopis juliflora* are the most suitable tree species for the biological fixation of riverbanks under the Yélimané conditions.*

**Key words:** riverbanks, degradation, flood recession crops, Mali.

## Introduction

Le Projet Adaptation de l'Agriculture et de l'Élevage au Changement climatique (ACC) à travers sa composante 4 a fait de la protection des berges une de ses priorités dans les zones de culture de décrue d'où proviennent de fortes productions agricoles.

En effet, au cours des dernières décennies, les zones destinées aux cultures de décrue ne reçoivent que des crues éphémères donc peu inondées ou pas du tout, d'où le repli des populations vers les zones plus propices, à savoir les bords des ravins qui, autrefois, étaient très boisés. Jadis fixés par une végétation d'arbustes et d'arbres autochtones (*Acacia nilotica*, ...), ces bords de ravins sont soumis actuellement à une forte pression anthropique croissante (coupes abusives de bois, surpâturage, non-respect des itinéraires techniques de production agricole, etc.).

À cela s'ajoutent les sécheresses récurrentes de ces deux dernières décennies. Ces différents facteurs ont eu pour conséquences l'élargissement et la sédimentation du lit majeur de la rivière compromettant ses capacités de stockage de l'eau à long terme.

Melalih, 2012, signale que l'élément déclencheur de l'accélération de l'érosion dans les zones arides et semi-arides est la disparition de la couverture végétale qui peut être causée par un changement climatique à long terme ou plus directement par le surpâturage. La perte de la couverture végétale entraîne une exposition du sol à l'érosion éolienne et hydrique et la perte des sols fait diminuer le potentiel de production agricole avec comme conséquence une diminution de la charge animale des parcours.

La réinstallation du couvert végétal sur les berges dégradées est une technique qui permet la restauration et la récupération des sols.

Les travaux de réinstallation des espèces ligneuses ne sont pas des techniques récentes. Beaucoup d'espèces sont utilisées dans les aménagements des zones inondées, caractérisées par un excédent hydrique durant plusieurs mois. De tels travaux ont été réalisés dans le Nord du Mali par l'installation d'espèces comme *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia coleii*, *Senegalia senegal* (Maïga, 2011).

En Mauritanie, pour la stabilisation des dunes mobiles qui avaient commencé à envahir les champs rizicoles et les routes, l'installation de *Prosopis juliflora* a été un succès assez spectaculaire (Diagana, 2010).

À Madagascar, le phragmite (*Phragmites communis*) et le vétiver (*Vetiveria zizanioides*) ont été plantés en bandes alternées de 20 m de large sur la berge. Cette technique a permis de stopper l'érosion (Randrianjafy, 2000). L'expérience menée avec les riziculteurs de Madirovalo a permis de démontrer que *Phragmites communis* est l'une des plantes autochtones intéressantes pour la fixation des berges et son utilisation à d'autres fins (Randrianjafy, 2000). En Algérie, on recommande les espèces comme Tamaris (*Tamarix articulata* et *Tamarix gallica*), Acacia (*Acacia cyanophylla*), Laurier (*Nerium oleander*) (Abdelbaki *et al.*, 2009).

Dans la zone de Yélimané, aucune opération de développement ne s'est intéressée à la fixation biologique des berges. Cependant, les travaux de fixation mécanique de certaines berges et des barrages ont été réalisés par le Programme d'Appui au Développement Durable de Yélimané (PADDY) et l'Association d'Appui aux Actions de Développement Rural (ADR). Ces résultats sont visibles sur le terrain (Maïga *et al.*, 2012).

Les objectifs de l'étude sont :

- déterminer le comportement des espèces en plantation pour la fixation des berges des cours d'eau ;
- identifier les espèces les plus appropriées pour la fixation biologique des berges dans la zone de Yélimané.

## Matériel et méthodes

### Sites et choix des paysans

L'étude a été menée le long des ravins de la rivière Babassangué, à 2 km environ de la ville de Yélimané. La zone a une pluviosité comprise entre 350 et 550 mm par an. Les sols du cercle varient de sablo-limoneux peu profonds et pierreux des hauts plateaux à limono-argileux à argileux des cuvettes, parties centrales des cuvettes et bords des cuvettes; en passant par les terrasses alluvionnaires dans les vallées élevées, basses, les bourrelets de berges et les marigots qui sont sablo-limono-argileux à souvent argileux (PIRT, 1986). Le sol est de nature friable qui s'effrite au moindre passage de l'eau dans le ravin (Photos 1 et 2).

Le choix des paysans a été fait sur la base du volontariat. Trois paysans ont participé aux travaux de recherche.



Photo 1 : Situation de la zone avant l'implantation, juillet 2012



Photo 2: Ravinement des berges à Babassangué. Action du passage des eaux collinaires, juillet 2013, lors de la visite de terrain du Directeur Général de l'IER

## Matériel végétal

Deux espèces locales (*Senegalia senegal* et *Faidherbia albida*) et deux espèces exotiques (*Prosopis juliflora* et *Eucalyptus camaldulensis*) ont été présélectionnées sur la base de critères racinaires et de leur écologie.

## Critères de choix des espèces

Le choix des espèces est déterminant pour une bonne végétalisation.

Les espèces ont été choisies sur la base de leur plasticité et leur adaptabilité à des conditions extrêmes de vie. Les plants ont été produits dans la pépinière du Conseil de Cercle de Yélimané (Photo 3).

*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev.: cette espèce affectionne les sols profonds, légers et pourvus d'une nappe phréatique, même profonde (CTFT, 1988) et les sols sableux et drainés. Le système racinaire est développé en surface avec des pivots profonds (Gilman, 1990). Les conditions optimales sont entre 500-800 mm de précipitations annuelles. Dans l'Est de l'Afrique, l'espèce pousse bien avec des précipitations comprises entre 8 à 1 800 mm ou moins, à condition qu'elle puise l'eau souterraine.



Photo 3 : Vue des plants dans la pépinière à Yélimané, juin 2012

*Senegalia senegal*: l'aire de répartition de cette espèce est comprise entre les isohyètes 100 et 800 mm de précipitations avec une préférence entre 300-400 mm (Maydel Von., 1983). Le choix de cette espèce est dû à sa forte capacité de développement, mais aussi sa faible dépendance de l'eau de pluie. Son système racinaire bien développé puise l'eau dans les nappes les plus profondes (-30 m). L'espèce est donc bien résistante aux conditions draconiennes des milieux secs (Diagana, 2010).

*Eucalyptus camaldulensis*: les peuplements naturels sont localisés dans des zones avec une pluviosité annuelle qui oscille entre 250-2500 mm mais les arbres plantés peuvent survivre dans des régions qui ne reçoivent que 150 mm par an. L'arbre développe une forte racine pivotante et les racines latérales pouvant atteindre en longueur 2,5 fois la hauteur de l'individu, ce qui le rend particulièrement efficace dans la lutte contre l'érosion (Web 4).

*Prosopis juliflora*: cette espèce en bordure des littorales, ne supporte pas les sols mal drainés. Elle se développe dans les isohyètes 150-700 mm (De Condole, 1962). Elle développe latéralement des racines au-delà de 1,50 m (Cazet, 1989).

L'enracinement est très profond, parfois jusqu'à 50 m; les racines latérales, très superficielles, s'éloignent souvent du tronc sur une vingtaine de mètres et captent l'humidité matinale.

## Méthodes

### Rencontre avec les paysans riverains de la rivière Babassangué

Une rencontre de sensibilisation des paysans riverains du ravin de Babassangué a été effectuée en présence des autorités politiques, administratives, techniques et les chefs de village et de l'arrondissement central du cercle de Yélimané. Ensuite, elle a été suivie par une visite de terrain pour le choix participatif des sites.

### Dispositif

Il a été adopté un dispositif expérimental en blocs complets randomisés avec deux facteurs. Le premier facteur est la rive avec 2 modalités (rive droite et rive gauche, Photo 4) et le second facteur est l'espèce avec 4 espèces, à savoir *Senegalia senegal*, *Faidherbia albida*, *Prosopis juliflora* et *Eucalyptus camaldulensis*.

L'essai comporte 8 traitements représentant la combinaison des modalités des deux facteurs ( $2 \times 4 = 8$ ). Quatre lignes de plantation ont été installées sur chaque rive



**Photo 4 : Vue d'un côté de la berge (rive), arbres (*E. camaldulensis*) âgés de 30 mois**

en quinconce sur 200 m avec les quatre espèces (*Senegalia senegal*, *Faidherbia albida*, *Prosopis juliflora* et *Eucalyptus camaldulensis*).

Les plants ont été installés sur la première ligne à 0,50 m du bord du ravin. La distance entre deux lignes consécutives est de 5 m et les plants sont en quinconce.

Les dimensions des trous de plantation sont de 30 cm x 30 cm x 30 cm.

La plantation a été réalisée en juillet 2012.

Les entretiens ont consisté à désherber manuellement les parcelles au besoin et à les protéger de la dent du bétail par une clôture individuelle.

### **Collecte et traitement des données**

Les données collectées ont porté sur le taux de survie, le diamètre à la base et la hauteur des plants 30 mois après la plantation.

Le pourcentage de reprise et le taux de survie ont été obtenus en faisant le rapport en pourcentage entre le nombre de plants vivants et le nombre total de plants installés. La hauteur et le diamètre des 40 plants ont fait l'objet de mensuration par ligne. Chaque ligne comportait 40 plants.

La statistique descriptive et l'analyse de variance ont été utilisées pour le traitement des données. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été utilisé pour la séparation des moyennes.

## Résultats

### La pluviosité annuelle durant les trois dernières années

L'année de plantation a été très pluvieuse par rapport à la moyenne de la zone qui est de 550 mm (Tableau 1).

**Tableau 1 : Hauteur moyenne (mm) et nombre de jours de pluie**

Année	2012	2013	2014
Hauteur (mm)	751	667,5	563
Nombre de jours	43	29	36

Source : PADDY, Yélimané (2015)

### Évolution du pourcentage de reprise et du taux de survie

Le tableau 2 montre que sur la rive droite, le pourcentage de reprise en octobre 2012 a varié de 50 % pour *Faidherbia albida* et *Senegalia senegal* à 100 % pour *Eucalyptus camaldulensis*. Sur la rive gauche, il est compris entre 22,50 et 87,50 %.

Quant au taux de survie, il a été très élevé pour *Eucalyptus camaldulensis* (100%) et faible à très faible pour les autres espèces sur les deux rives. À partir de décembre 2012, le taux de survie est resté constant pour toutes les espèces.

**Tableau 2 : Pourcentage de reprise et taux de survie**

Rive	Espèces	Pourcentage de reprise (%)			Taux de survie (%)		
		08/08/12	08/09/12	08/10/12	08/12/12	08/12/13	19/12/14
Droite	<i>F. albida</i>	100	50,00	50,00	5,00	5,00	5,00
	<i>S. senegal</i>	100	75,00	50,00	25,00	25,00	25,00
	<i>E. camaldulensis</i>	100	100,00	100,00	100,00	100	100
	<i>P. juliflora</i>	100	75,00	75,00	20,00	20,00	20,00
	<b>Moyenne</b>	<b>100</b>	<b>75,00</b>	<b>68,75</b>	<b>37,5</b>	<b>37,5</b>	<b>37,5</b>
Gauche	<i>F. albida</i>	100	62,50	50,00	7,50	7,50	7,50
	<i>S. senegal</i>	100	62,50	22,50	17,5	17,5	17,5
	<i>E. camaldulensis</i>	-	-	-	100	100	100
	<i>P. juliflora</i>	100	100,00	87,50	7,50	7,50	7,50
	<b>Moyenne</b>	<b>100</b>	<b>75,00</b>	<b>50,00</b>	<b>33,12</b>	<b>33,12</b>	<b>33,12</b>

- : les plants de *Eucalyptus camaldulensis* n'étaient pas disponibles en cette période.

NB : *F. albida* (*Faidherbia albida*) ; *S. senegal* (*Senegalia senegal*) ; *E. camaldulensis* (*Eucalyptus camaldulensis*) ; *P. juliflora* (*Prosopis juliflora*)

## Évolution de la circonférence initiale au collet en centimètre pendant les premiers mois de l'implantation

L'analyse statistique a montré qu'il y a une différence hautement significative entre les espèces pour la croissance au collet (Tableau 3) et pour la croissance en hauteur (Tableau 4).

La croissance au collet des différentes espèces a évolué normalement pendant toute la durée de l'expérimentation avec un maximum en décembre 2014. Les plus fortes croissances au collet ont été observées sur *Eucalyptus camaldulensis* avec 50,60 et 54,20 cm. Elle est suivie respectivement par *P. juliflora* (40 et 33,33 cm), *S. senegal* et *F. albida* (36 et 33 cm; 21,17 et 22 cm).

**Tableau 3 : Évolution de la circonférence au collet (cm) par espèce**

Rive	Espèces	08/11/2012	08/12/2012	19/12/2014
Droite	<i>F. albida</i>	1,00	1,80	21,17
	<i>S. senegal</i>	1,83	2,07	36,00
	<i>E. camaldulensis</i>	1,25	1,74	50,60
	<i>P. juliflora</i>	0,93	1,24	40,00
<b>Moyenne</b>		<b>1,34</b>	<b>1,68</b>	<b>36,94</b>
Gauche	<i>F. albida</i>	0,91	1,88	22,00
	<i>S. senegal</i>	1,65	2,13	33,00
	<i>E. camaldulensis</i>	1,28	1,73	54,20
	<i>P. juliflora</i>	0,6	1,04	33,33
<b>Moyenne</b>		<b>0,955</b>	<b>1,37</b>	<b>35,63</b>
<b>Rive</b>		NS	NS	NS
Espèces		HS	HS	HS
Rive x Espèces		NS	NS	NS
HS : hautement significatif; NS : non significatif NB : <i>F. albida</i> ( <i>Faidherbia albida</i> ) ; <i>S. senegal</i> ( <i>Senegalia senegal</i> ) ; <i>E. camaldulensis</i> ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ) ; <i>P. juliflora</i> ( <i>Prosopis juliflora</i> )				

## Évolution de la hauteur des différences espèces

Sur les deux rives, durant toute la durée de l'expérimentation, la hauteur la plus élevée a été observée chez *Eucalyptus camaldulensis* suivie de *Prosopis juliflora* et des acacias (Tableau 4).

Tableau 4 : Évolution de la hauteur en mètre par espèce

Rive	Espèces	08/08/12	08/09/12	08/12/12	14/12/2014
Droite	<i>F. albida</i>	0,36	0,38	0,25*	3,40
	<i>S. senegal</i>	0,33	0,34	0,41	3,30
	<i>E. camaldulensis</i>	0,51	0,66	0,84	10,25
	<i>P. juliflora</i>	0,34	0,51	0,66	3,60
<b>Moyenne</b>		<b>0,39</b>	<b>0,47</b>	<b>0,54</b>	<b>5,14</b>
Gauche	<i>F. albida</i>	0,27	0,31	0,19	2,80
	<i>S. senegal</i>	0,45	0,43	0,83	4,60
	<i>E. camaldulensis</i>	-	-	0,97	8,30
	<i>P. juliflora</i>	0,39	0,44	0,434	4,16
<b>Moyenne</b>		<b>0,37</b>	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>4,96</b>
<b>Probabilité</b>					
<b>Rive</b>		NS	NS	NS	NS
<b>Espèces</b>		HS	HS	HS	HS
<b>Rive x Espèces</b>		NS	NS	NS	NS
NB : <i>F. albida</i> ( <i>Faidherbia albida</i> ) ; <i>S. senegal</i> ( <i>Senegalia senegal</i> ) ; <i>E. camaldulensis</i> ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ) ; <i>P. juliflora</i> ( <i>Prosopis juliflora</i> ) * : Au moment de l'évaluation il y avait 3 plants - : les plants de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> n'étaient pas disponibles en cette période. HS : hautement significatif ; NS : non significatif					

À partir d'octobre 2012, soit trois (3) mois après transplantation, il y a une évolution spectaculaire en hauteur de toutes les espèces.

Cette évolution est très importante chez *Eucalyptus camaldulensis* sur toutes les rives.

### Accroissement annuel de la circonférence et de la hauteur des différentes espèces

- **Accroissement annuel de la circonférence au collet (AAC00)**

*Eucalyptus camaldulensis* se distingue nettement des autres espèces avec le plus grand accroissement annuel au collet (20,24 cm pour la rive droite et 21,28 cm pour la rive gauche) et le plus petit accroissement a été observé chez *Senegalia senegal* (13,20 et 14,40 cm) et *Faidherbia albida* (8,47 et 8,80 cm) (Tableau 5).

- **Accroissement annuel de la circonférence à hauteur d'homme (AACHH)**

L'accroissement annuel de la circonférence à hauteur d'homme (AACHH = 130 cm) est plus élevée chez *Eucalyptus camaldulensis* sur les deux rives (14,62 cm pour la rive droite et 16,52 cm pour la rive gauche), suivie de *F. albida* (6,32 cm) sur la rive droite. Cette dernière espèce est suivie de *Prosopis juliflora* (5,57 cm et 6,41 cm) et *Senegalia senegal* (4,13 et 6,19 cm) sur les deux rives. Cependant sur la rive gauche, *E. camaldulensis* (16,52 cm) vient en tête, suivie de *P. juliflora* (6,41 cm), de *S. senegal* (6,19 cm) et enfin de *F. albida* (4,33 cm) (Tableau 5).

- **L'accroissement annuel de la hauteur**

Comme pour la circonférence, l'accroissement annuel de la hauteur est toujours dominé par *E. camaldulensis* sur les deux rives (3,38 m et 4,34 m). Sur la rive droite, *E. camaldulensis* (4,34 m) est suivie de *F. albida* (1,45 m), *P. juliflora* (1,36 m) et *S. senegal* (1,33 m). Par contre sur la rive gauche, elle est suivie de *S. senegal* (1,74 m) et *P. juliflora* (1,72 m) qui sont suivies de *F. albida* (1,20 m) (Tableau 5).

- **Houppier**

De part et d'autre des deux rives (Tableau 5), *S. senegal* et *P. juliflora* ont les plus grands houppiers (1,61-1,85 m et 1,81-1,83 m). Ces deux espèces sont suivies par *E. camaldulensis* (1,00-1,02 m) et *F. albida* (0,60-0,83 m).

**Tableau 5 : Accroissement annuel des paramètres biophysiques**

Rive	Espèces	En centimètre (cm)		En mètre (m)	
		AAC00	AACHH	Accroissement annuel en haut	Houppier
Droite	<i>F. albida</i>	08,47	06,32	1,45	0,83
	<i>S. senegal</i>	14,40	04,13	1,33	1,85
	<i>E. camaldulensis</i>	20,24	14,62	4,34	1,00
	<i>P. juliflora</i>	16,00	05,57	1,36	1,81
Gauche	<i>F. albida</i>	08,80	04,33	1,20	0,60
	<i>S. senegal</i>	13,20	06,19	1,74	1,61
	<i>E. camaldulensis</i>	21,68	16,52	3,38	1,02
	<i>P. juliflora</i>	13,33	06,41	1,72	1,83

NB : AAC00 = Accroissement annuel de la circonférence au collet; AACHH = Accroissement annuel de la circonférence à hauteur d'homme

## Discussion

La pluviosité enregistrée au cours des 30 mois qui ont suivi la plantation des espèces ligneuses retenues pour notre étude a été supérieure à la moyenne annuelle. Les berges sont restées humides et fréquemment inondées durant les trois mois après l'installation des plants.

### Le pourcentage de reprise

Le pourcentage de reprise est plus élevé chez les espèces introduites (*E. camaldulensis* (100 %) et *P. juliflora* (75 à 87,50 %)). Cela s'explique par leur adaptation aux conditions très humides du milieu. Pendant la même période, les pourcentages de reprise des espèces autochtones (*F. albida* et *S. senegal*) ont diminué de moitié (50%). Elles ne supportent pas les conditions d'inondations prolongées et préfèrent les milieux bien drainés. Ce résultat s'accorde avec ceux obtenus par Maydel Von (1983) et MEE (2011) qui indiquent que les deux *acacias* préfèrent les sols bien drainés. L'inondation prolongée a certainement provoqué une asphyxie des plantes d'où le faible pourcentage de reprise. La forte mortalité enregistrée au niveau des *acacias* peut s'expliquer par la submersion des rives pendant les hautes eaux.

### Le taux de survie

L'adaptation des espèces végétales aux conditions du milieu s'apprécie par le taux de survie. Ainsi, une échelle de valeur permet d'apprécier la qualité du reboisement.

Passée la période d'inondation, toutes les espèces, exceptée *E. camaldulensis*, ont un faible taux de survie (5 à 25 %). Après, ce taux est resté constant pendant toute la durée de l'expérimentation, donc qualifié d'insuffisant selon l'indice (Diallo, 2009).

Selon cet indice, *F. albida* a un taux de survie de 10 %, donc également considéré comme très faible. Les espèces *S. senegal* et *P. juliflora* ont respectivement un taux de survie de 25 et 20 % sur la rive gauche. *F. albida* a montré une faible tolérance à l'engorgement saisonnier des sols.

Cazet (1989), signale qu'à 30 mois, dans la zone centrale du Sénégal, les taux de survie étaient très satisfaisants soit 95 % pour *P. juliflora*, 97 % pour *F. albida* et 98 % pour *S. senegal*.

Des taux de survie de 100 % ont été observés pour *E. camaldulensis* sur les deux (2) rives du ravin Babassangué. Selon Diallo (2009), un taux compris entre 95 et 100 % est

qualifié de très élevé (Yossi *et al.*, 1988), 28 mois après plantation. *E. camaldulensis* dans la forêt classée de la Faya (Mali), a atteint un taux de survie de 78 %. Ce taux, compris entre 60 et 80 %, a été qualifié d'élevé.

La stabilité du taux de survie à partir de la première année de l'expérimentation peut s'expliquer par l'adaptation des espèces et le retrait de l'eau aux mois d'octobre, novembre de l'année en cours. Leurs systèmes racinaires longs et pivotants pourraient également expliquer aussi cette adaptation.

### Hauteur des plants

Selon BFT (1989), *F. albida*, a une croissance moyenne annuelle en hauteur de 1-1,50 m sur les sites favorables. Ces valeurs sont comparables aux valeurs 1,2 et 1,4 m de hauteur obtenues en moyenne avec *F. albida* à Babassangué. BFT (1989) et Cazet (1989), ont signalé une croissance annuelle moyenne en hauteur comprise entre 0,5 et 0,7 m, dans les conditions moyennes en Afrique. La croissance de *F. albida* au stade juvénile est particulièrement faible. En effet, à l'âge de 30 mois, il atteint en moyenne 0,66 m de hauteur avec 1,2 cm de diamètre (Cazet, 1989).

*Eucalyptus camaldulensis*, 30 mois après sa transplantation, a atteint une hauteur moyenne supérieure à 8 m sur les deux côtés du ravin Babassangué. Cette hauteur est nettement supérieure à celle observée par Kouyaté (1995) dans la forêt classée de la Faya, zone beaucoup plus arrosée où 28 mois après sa transplantation, l'espèce a atteint une hauteur moyenne de 5,21 m.

Des taux de croissance annuels de 4-7 m en hauteur et 4-6 cm en diamètre (soit 12,56-18,84 cm en circonférence) ont été enregistrés pour des provenances bien adaptées sur des stations favorables dans des régions tropicales, et dans des zones sèches du Zimbabwe (Web 2). Des croissances annuelles en hauteur de 3,6 et 4,5 m ont été respectivement obtenues à Pointe-Noire et à Loudima au Congo en zone équatoriale (Web 5). Le résultat obtenu est comparable à celui obtenu à Babassangué.

Selon Nizinski (2008), dans le bassin de Kouilou (République de Congo), la futaie de *Eucalyptus camaldulensis* âgée de 5 ans, a une hauteur de 24,4 m (soit un accroissement annuel moyen de 4,88 m/an) et une circonférence de 54,3 cm (soit 10,86 cm/an).

Les individus de *P. juliflora*, en zone irriguée de l'Office du Niger, village de ND14, au Mali, ont atteint une hauteur de 1,40 m à 1 an après la plantation (Dakouo *et al.*, 1997). Ce résultat est comparable à celui observé pour les plantations de Babassangué.

Cependant au Niger, sa croissance en hauteur a varié de 50 à 60 cm par an pendant les dix premières années (MEE, 2011).

Les individus de *S. senegal*, au Sénégal, à l'âge de 30 mois, ont atteint 5,3 cm de diamètre au collet, soit un accroissement en circonférence de 6,66 cm/an et une hauteur de 2,40 m, soit un accroissement de 0,96 m/an (Cazet, 1989). Au Niger, *S. senegal* a eu une croissance très lente avec une moyenne de 8 cm seulement dans une cuvette (Laminou *et al.*, 2009). Ces résultats sont nettement en dessous de ceux obtenus à Yélimané. Cependant, dans une plantation de *S. senegal* mise en place à Gassi, à 300 m du fleuve Chari au Tchad, le plus grand plant avait 12,5 m à 7 ans après la plantation, soit 1,78 m/an et mesurait 56 cm de circonférence à hauteur de poitrine, soit 8 cm/an (Ngaryo *et al.*, 2010). Ce résultat, pour la circonférence à hauteur de poitrine est supérieur à celui obtenu à Babassangué.

Dans le Sud de l'Éthiopie, des arbres de 5 ans ont un accroissement en hauteur moyen de 5,0 m (1 m/an d'accroissement moyen annuel) et un diamètre moyen à hauteur d'homme de 7,4-7,7 cm (4,77 cm/an d'accroissement moyen annuel) sur des sites à 1580-1650 m d'altitude qui ont une précipitation annuelle de 625-690 mm.

## Houppier

L'envergure des houppiers des espèces végétales joue un rôle très important dans la lutte contre l'érosion. Ainsi, la concurrence entre les arbres se fait d'abord au niveau des houppiers pour capter le maximum de lumière bien plus qu'au niveau du sol.

Le houppier dense des espèces ligneuses est défavorable à la croissance des plantes du type C4, c'est-à-dire les espèces qui préfèrent la lumière.

*P. juliflora* et *S. senegal* ont les plus grandes envergures et leur forme est buissonnante. En dépit de son houppier et sa dissémination rapide, *P. juliflora* est aussi considérée comme une plante envahissante (Amani et Barmo, 2010).

La structure de *E. camaldulensis* et de *F. albida* ainsi que leur grande taille permettent un bon développement des cultures céréalières de décrue.

## Conclusion

Face aux problèmes de dégradation des sols qui freinent la production agricole dans les pays en développement, la recherche d'espèces performantes adaptées pour la fixation biologique des berges est une nécessité primordiale. L'expérience menée dans la zone de Babassangué a permis de tirer les conclusions suivantes :

- les différents résultats ont montré que l'inondation temporaire prolongée est défavorable à la reprise et à la survie des espèces comme *F. albida*, *S. senegal* et *P. juliflora*, par opposition à *E. camaldulensis*;
- les espèces exotiques (*E. camaldulensis* et *P. juliflora*) sont les plus performantes en termes de croissance;
- Les paramètres de croissance contribuent en général à la réussite d'une fixation biologique des berges;
- le transfert et la diffusion des méthodes utilisées à d'autres zones pourraient remédier à l'impact négatif des effets du changement climatique et permettre la récupération des terres dégradées.

## Les leçons tirées

La mise en œuvre de cette activité a permis de comprendre que :

- en zone de décrue la meilleure période de plantation est celle de démarrage de l'installation des cultures (octobre-novembre pour Yélimané) pour bénéficier de 5 à 6 mois où le cheptel n'a pas accès à la zone de cultures;
- les plants à la plantation doivent être bien vigoureux pour supporter la concurrence avec les cultures;
- la protection et le gardiennage doivent être assurés pendant la première saison chaude qui suit la plantation.

## Impacts

- associée au dispositif mécanique (barrages filtrants), la plantation de protection a permis de maintenir la rivière dans son lit initial à Babassangué.
- le nombre de paysans collaborateurs est passé de 3 en première année à 16 en 3<sup>e</sup> année à Yélimané.
- la superficie des champs ayant bénéficié de la technique est de 300 à 400 ha. La superficie des champs abandonnés avant l'application de la technologie et remise en culture avec la technologie est de 60 ha.

- la construction de maisons par les trois (3) paysans collaborateurs de Yélimané a été rendue possible grâce aux perches produites dans la plantation de protection des berges qui ont servi comme traverses pour la toiture.
- le revenu des producteurs s'est amélioré par la vente du bois sorti de la plantation.
- la plantation a permis la régénération naturelle de *Combretum aculeatum* et *Piliostigma reticulatum*.
- la régénération naturelle de *Eucalyptus camaldulensis* à partir des semences provenant de la plantation a été réalisée.

## Références

- Abdelbaki A., Abdelbaki C., Ouldache E., Semmar H., 2009. Mise en place d'un système d'information géographique pour l'élaboration d'un plan d'aménagement de protection anti-érosive. Cas du sous-bassin versant de Oued Bouguedfine, wilaya de Chlef, Algérie, Revue Nature et Technologie, Juin 2009, 1 : 24-32.
- Amani A. et Barmo S., 2010. Contribution à l'Etat des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger. Cabinet du Premier Ministre, 40p.
- Barbry Y., 2002. Guide d'Application des techniques végétales pour la protection des berges des voies navigables. PDF, 24p.
- Bois et Forêts des Tropiques (BFT), 1989. *Faidherbia albida* (Del.) A Chev. (Synonyme: *Acacia albida*). Caractères sylvicoles et méthodes de plantation. Revue Bois et Forêts des tropiques (BFT). 4<sup>e</sup> trimestre 1989, 222 : 55-68.
- Cazet M., 1989. Les plantations linéaires denses sur les sols sableux dégradés de la zone centre-Nord du Sénégal. Comportement et effets sur les cultures adjacentes de quelques espèces locales et introduites, 18p.
- CTFT, 1988. Centre Technique Forestier Tropical, *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Synonyme: *Acacia albida* Del.). Monographie CTFT, 71p.
- Dakouo J.M., Timbély D., Sylla Y., Diallo O., Koné Y., Touré M., 1997. Résultats et Projets d'activités du Programme Ressources Forestières du Centre de Niono, Ségou, Mali, 29p.
- Diallo S, 2009. Cours de Sylviculture à l'attention des Etudiants IPR/IFRA. Koulikoro, 54p.
- Diagana, 2010, <https://www.google.com/search?ei=2yjJXYeHN9HCxg OslKLA AQ&q>.
- DDEP, 2011. Développement Durable de l'Environnement et des Parcs. Guide d'analyse des projets d'intervention dans les écosystèmes aquatiques, humides et riverains assujettis

- à l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 10p.
- De Condole A., 1962. *Prosopis juliflora*, caractères sylvicoles et méthodes de plantations. Revue bois et forêts des tropiques, Mars-Avril 1962, 82 : 33-38.
- Gilman E.F., 1990. Tree Root Growth and Development. II. Response to Culture, Management and Planting. Journal of Environmental Horticulture, 8 : 220-227.
- Kouyaté A.M., Sidibé M., Sénou O., Diallo O.I., Yossi H., Timbély D. et Sanogo S., 1995. Bilan des activités de recherche du Programme collaboratif IER/OAPF, MDRE/IER/DS/PRF, Sotuba, 19p.
- Laminou M.O., Campanella B. & Paul R., 2009. Sélection d'espèces ligneuses adaptées à la fixation biologique de dunes au Niger, Geo-Eco-Trop., 2009, 33 (n.s) : 99-106.
- Maïga A.Y., 2011. Rapport de mission de prospection dans la zone de Yélimané, du 22 mai au 2 juin 2011, 3p.
- Maïga A.Y., Timbély D., Maïga Y.T., 2012. Rapport de mission de prospection dans la zone de Yélimané, mai, 2012, 20p.
- MEE, 2011. Plantations dans les conditions arides au Niger, 74p.
- PIRT, 1986. Projet Inventaire des Ressources Terrestres au Mali, Zonage agro-écologique du Mali vol. I. Bamako, Gouvernement malien/USAID, TAMS, New York, p. 130 + Annexes.
- Melalih A., 2012. Analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol dans la zone aride cas bassin versant d'AIN SEFRA, pour l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques Option : Systèmes de cultures intégrés et gestion conservatoire. Mémoire de Fin de Cycle. Algérie, 144p.
- Ngaryo F.T., Goudiaby V.C., Akpo L.E., 2010. Caractéristiques d'une gommierie d'*Acacia senegal* (L.) Wild. dans la région du Chari Baguirmi au Tchad. Journal des Sciences, 10(2) : 13-23. DOI : <http://www.cadjds.org>.
- Nizinski J.J., Morand D., Loumeto J.-J., Galat-Luong A. & Galat G., 2008. Bilan hydrique comparé d'une savane et d'une plantation dans le bassin du Kouilou, Congo-Brazzaville, Climatologie, 5 : 99-112.
- Poupon H., 1972. Description des appareils aérien et souterrain d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. introduite en Tunisie du Nord. Cah. ORSTOM, Sénégal, sér. Biol, 17 : 47-59.
- Randrianjafy Z.J.N., 2000, Une technique biologique pour la protection des berges de cours d'eau de la région de Mahajanga, Madagascar, p. 157-164.
- Von Maydell, H.-J., 1983. Arbres et arbustes du Sahel, leurs caractéristiques et leurs utilisations. Publication 147. Eschborn, Germany, GTZ, 531p.

Web1. [https://uses.plantnet-project.org/fr/Acacia\\_senegal\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Acacia_senegal_(PROTA)).

Web2. <https://www.google.com/search?ei=pBa7XYO8FNaS8gLW1Z6gDw&q=Eucalyptus>.

Web3. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Houppier>.

Web4. [https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus\\_camaldulensis\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus_camaldulensis_(PROTA)).

Web5. <https://www.google.com/search?q=Eucalyptus+:+hauteur+de+3,6+et+4,5+m++%C3%A0+Pointe-Noire+et+%C3%A0+Loudima+au+Congo>.

Yossi H., Niamabaly Nt., Sonogo M., 1988. Rapport final, arbres autochtones, 170p.



Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.