

**ANTITRANSPIRANTS VEGETAUX
DE TYPE REGULATEUR STOMATIQUE**

**PREMIER RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION
CONDUITE A THIENABA (Sénégal) EN 1987 - 1988
SUR ANACARDIER ET TAMARIN-IER**

Michel CAZET
Ingénieur de Recherches CTFTICIRAD
en poste à l'ISRA

Direction des Recherches sur les Productions Forestières

RESUME

Dans le cadre de la lutte contre la sécheresse, une nouvelle expérimentation a été mise en place à Thiénaba (Sénégal) en 1987, sur deux espèces fruitières de plein champ : *Anacardium occidentale* (anacardier) et *Tamarindus indica* (tamarinier). L'objectif principal de cette expérience était de vérifier que, sur ces deux espèces, l'efficience de l'eau d'arrosage pouvait être améliorée en utilisant de l'acide usnique, autrement dit, l'emploi de l'acide usnique pouvait permettre une économie de l'eau utilisée en arrosage de saison sèche.

Mots **clés** : Antitranspirant/ Arbres fruitiers/ Acide usnique/ Anacardier/ Tamarinier/
Efficience de l'eau/ Sénégal

SUMMARY

To contribute to the fight against the drought, a new experiment was initiated in Thienaba (Senegal) in 1987 on two species of fruit trees : *Western Anacardium* (anacardier) and *Tamarindus indica* (tamarinier). The principal objective of this experiment is to verify that savings in water can be made if usnic acid is used when watering these two species of trees during the rainy season.

Key words : Antiperspiration/Fruit trees/Usnic Acid/Anacardier/Tamarinier/Water efficiency/ Senegal

INTRODUCTION

Pour améliorer la résistance des plantes à la sécheresse, le Museum d'Histoire Naturelle de Paris mbne, depuis plusieurs années, des recherches sur les antitranspirants végétaux du type régulateur stomatique. Après la phase de laboratoire, des expérimentations en vraie grandeur ont été conduites dans différents pays de l'Afrique sahélienne dans le cadre d'un programme financé par l'Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT).

Ces expériences ont débuté en 1982 au Burkina-Faso, sur des cultures de maïs et de sorgho. Elles ont été poursuivies, à partir de 1984, au Niger, au Mali, au Sénégal et en Mauritanie, sur une dizaine d'espèces forestières sahéliennes et soudaniennes. L'antitranspirant retenu était l'acide usnique utilisé, soit sous forme d'usnate d'ammonium seul ou avec un support, soit sous forme libre mélangée avec du terreau. Pour ces expériences, l'acide usnique était incorporé au sol avant semis ou au moment de la plantation.

Une synthèse des résultats à fait l'objet d'un ouvrage intitulé "Recherches et applications dans le domaine des antitranspirants stomatiques" paru en 1986 aux éditions ACCT dans la collection "Réseaux : Lutte contre la sécheresse".

Il ressort que l'influence de l'antitranspirant varie selon les espèces, mais que globalement "il augmente, comme cela est sa fonction, l'efficacité de l'eau, ce qui se traduit par une augmentation de la production de biomasse à l'hectare" (1).

Concernant l'emploi de l'acide usnique comme régulateur stomatique en sylviculture, l'auteur concluait que, "si l'acide usnique réduit la transpiration de 30 %, son emploi est tout à fait justifié lorsqu'il s'agit de plantations arrosées, car le transport de l'eau coûte toujours extrêmement cher". Dès lors, son emploi est doublement justifié en zone sahélienne où l'eau n'est disponible qu'en quantité souvent très limitée.

C'est dans cette optique qu'un essai a été mis en place à Thiénaba en 1987, sur deux espèces fruitières de plein champ : *Anacardium occidentale* (anacardier) et *Tamarindus indica* (tamarinier). L'objectif principal de cet essai était de vérifier que, sur ces deux espèces, l'efficacité de l'eau d'arrosage pouvait être améliorée en utilisant de l'acide usnique, autrement dit que l'emploi de l'acide usnique pouvait permettre une économie de l'eau en arrosage de saison sèche.

Cette expérimentation a fait l'objet d'un premier compte-rendu (3). L'analyse des résultats, qui portait d'une part sur les taux de reprise et la croissance des arbres à trois mois et d'autre part sur le rendement de la culture intercalaire de mil, n'avait pas fait ressortir d'influence de l'acide usnique placé au fond du trou de plantation sur ces divers paramètres. L'arrosage d'appoint ayant débuté en novembre 1987, il était nécessaire d'attendre la fin de la saison sèche pour vérifier que l'utilisation de l'acide usnique permettait effectivement une économie de l'eau d'arrosage.

MATERIEL ET METHODES

Le dispositif en place (annexe 1b)

L'expérimentation de 1987 comprend, en fait, deux sous-essais :

- sous-essai n° 1 : sur anacardier
- sous-essai n° 2 : sur tamarinier.

Pour chaque espèce, quatre traitements étaient testés :

- ☐ Témoign absolu (sans antitranspirant et sans arrosage d'appoint)
- T1 : Antitranspirant mis en place au fond du trou de plantation (1 g d'acide usnique par trou)
- T2 : Antitranspirant en solution dans 100 litres d'eau apportés 6 fois pendant la saison sèche
- T3 : Arrosage avec 150 litres d'eau pure apportés 6 fois aux mêmes dates qu'en T2.

Au niveau de chaque sous-essai, ces quatre traitements sont randomisés dans un dispositif en blocs complets à 6 répétitions. La parcelle élémentaire est un plateau carré de 16 arbres ; les arbres étant plantés avec un écartement de 4 m x 4 m. Chaque sous-essai comprend donc 24 parcelles élémentaires de 16 arbres, soit 384 arbres occupant une superficie de 6 144 m².

Les conditions d'expérience

Pluviométrie

A Thiéna, 522 mm de pluie ont été enregistrés entre le 12 juillet et le 5 octobre. Cette quantité d'eau est supérieure d'environ 20 % à celle relevée depuis 1970 (Annexe la).

Pédologie

Des analyses de sols effectuées au centre, il ressort essentiellement :

- une nette acidification des sols : pH < 5
- une faible teneur en éléments fins (argile + limon) < 10 % dans l'essai anacardier, < 7 % dans l'essai tamarinier ;
- une grande pauvreté en matière organique, phosphore et bases échangeables :
 - teneur en carbone < 1,8 ‰
 - teneur en phosphore total < 0,13 ‰
 - teneur en bases échangeables < 1,3 meq/100 g

Il s'agit donc de sols très filtrants, à faible réserve en eau. Des mesures d'humidité neutronique effectuées à proximité des tubes d'arrosage ont montré qu'un apport de 25 litres d'eau provoquait un bulbe d'humectation atteignant 1,50 m de profondeur dans l'essai anacardier et 2,00 m de profondeur dans l'essai tamarinier. Ces sols, très sableux, facilitent en revanche la pénétration racinaire. Rappelons qu'à l'âge de 4 mois, le système racinaire atteignait en moyenne 1,30 m de profondeur pour les deux espèces.

Acide usnique et arrosage

Dans cette expérience, l'acide usnique a été apporté sous forme d'usnate de potassium soluble dans l'eau :

dans le traitement T1 : l'antitranspirant avait été mélangé à la couche inférieure de rebouchage **au** moment de la plantation ;

dans le traitement T2 : l'arrosage a été effectué avec de l'eau additionnée d'acide usnique à raison de 100 litres d'eau et 1 g d'acide usnique par arbre. Cet apport d'eau a été réalisé 6 fois aux dates suivantes :

• 1er arrosage	du 19 au 23 novembre	1987
• 2ème arrosage	du 21 au 23 décembre	1987
• 3ème arrosage	du 03 au 06 février	1988
• 4ème arrosage	du 18 au 23 mars	1988
• 5ème arrosage	du 05 au 09 mai	1988
• 6ème arrosage	du 16 au 20 juin	1988

Les deux premiers arrosages ont donc été effectués à 1 mois d'intervalle, alors que les suivants sont séparés par des **périodes** d'environ **un** mois et demi. L'allongement **de** la période d'arrosage avait pour but d'étaler les 6 apports d'eau pendant **toute** la saison sèche. **A** noter qu'en 1988, la saison **des pluies** ne s'est **réellement** installée que le 30 juillet, seuls 9,7 mm étant tombés à cette date ;

Rappelons que, pour ces deux derniers **traitements**, l'eau d'arrosage était, non pas versée au pied des arbres, mais dans une tubulure en PVC placée au moment de la plantation, selon le schéma de la figure 1.

dans le traitement T3 : l'arrosage était effectuée aux mêmes **dates** qu'en T2, à raison de 3 arrosoirs **de** 8,5 litres d'eau par plant et par arrosage.

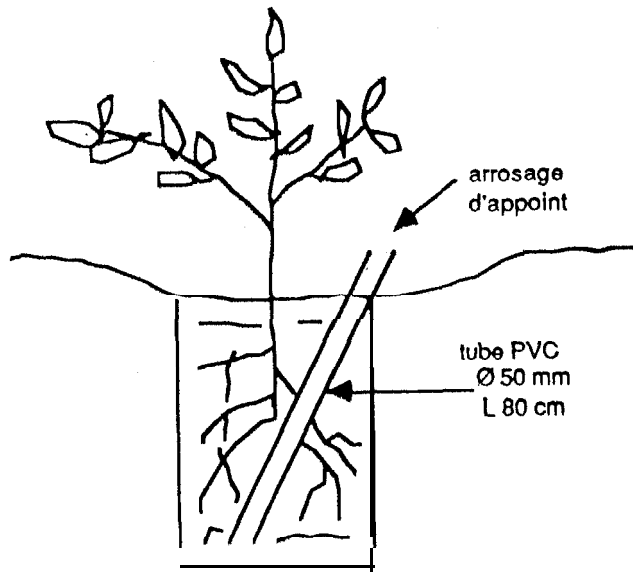
La dissolution de l'acide **usnique** dans l'eau d'arrosage était **effectuée** dans des bassins de 1m³. **A** **chaque** arrosage, chaque plant **recevait** deux arrosoirs de 8,5 litres, soit 17 litres **d'eau** additionnées de 1,6 g d'acide **usnique**.

Analyses statistiques

Chaque sous-essai a été analysé comme un dispositif en blocs complets **randomisés** à un seul facteur **au** moyen du logiciel STAT ITCF sur microordinateur IBM PC XT. Les variables mesurées au niveau de chaque parcelle sont **les** suivantes :

- S1 (%) : taux de survie à 1 an
- H1 (cm) : hauteur moyenne des arbres du **placau**
- D1 (mm) : **diamètre** moyen **des arbres** du **placau** (**diamètre** au collet mesure avec un pied à coulisse **au** 1/10e de mm).

Figure 1 : Schéma de plantation



Pour chaque parcelle, les variables supplémentaires suivantes ont été calculées :

- SH1 : écart-type sur la hauteur
- CVH1 : $SH1/H1$ = coefficient de variation sur la hauteur
- SD1 : écart-type sur le diamètre
- CVD1 : $SD1/D1$: coefficient de variation sur le diamètre
- TS1 : transformée angulaire du taux de survie après “correction” des taux de 100 % par le procédé de BARLETT.

L'analyse a porté sur les variables S1, TS 1, H1 et D1. Pour l'essai anacardier, cette analyse a été effectuée sur le dispositif complet et sur celui obtenu après élimination de la répétition n° 4 considérée comme aberrante.

En effet, dans cette répétition, les valeurs de H1 et D1 obtenues dans le témoin TO sont supérieures aux valeurs obtenues dans le traitement T3 où les plants avaient reçu 150 litres d'eau supplémentaires pendant la saison sèche.

Pour chacune des variables analysées, seront notés :

- l'effet bloc ;
- l'effet traitement ;
- le coefficient de variation résiduel ;
- la puissance a priori de l'essai au seuil de 10 % pour un écart relatif $dx/x=10\%$;
- la puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 %.

RESULTATS • DISCUSSIONS

Analyse de l'essai “antitranspirant sur anacardier”

Taux de survie (Tab. 1 et 2)

Le taux de survie moyen observé à 11 mois est de 97.7 %, ce qui montre la très bonne adaptation de l'espèce aux conditions de Thiénaba, du moins lorsque la pluviométrie est bonne et le désherbage correctement réalisé. Les taux moyens observés sur les différents traitements étaient les suivants :

TO : Témoin absolu	S1 = 97,9 %
T1 : Acide usnique à la plantation	S1 = 95,8 % (- 2,2 %)
T2 : Acide usnique dans 100 litres d'eau	SI = 96,9 % (- 1 %)
T3 : Arrosage avec 150 litres d'eau pure	S1 = 100 % (+ 2,2 %)

Les écarts par rapport au témoin sont très faibles. Compte tenu de la faible puissance de l'essai, ces écarts avaient peu de chance d'être significatifs. Toutefois, l'acide aurait un très léger effet négatif sur la résistance à la sécheresse, effet qui serait compensé par l'arrosage.

Tableau 1 -Essai antitranspirant **sur *Anacardium occidentale***. Plantations du 28 juillet 1987 ▪ Mensurations du 22 juin 1988. Valeurs obtenues sur des piaceaux de 16 arbres. (Station de **THIENABA**)

Répétitions	T0		T1		T2		T3		Moyennes	
	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1
R1	100	82,7	100	82,7	100	82,7	100	82,7	100	82,7
R2	100	82,7	100	82,7	87,5	69,3	100	82,7	96,9	79,4
R3	93,8	75,6	100	82,7	100	82,7	100	82,7	98,5	80,9
R4	100	82,7	100	82,7	100	82,7	100	82,7	100	82,7
R5	93,8	75,6	87,5	69,3	100	82,7	100	82,7	95,3	77,6
R6	100	82,5	87,5	69,3	93,8	75,6	100	82,7	95,3	77,6
Moyennes	97,9	-	95,8	-	96,9	-	100	-	97,7	80,1

Tableau 2 ▪ Analyse de l'effet des traitements sur les taux de survie à 1 an

Traitements et paramètres de l'analyse	Variables	
	S1 (%)	TS1 (%)
T0 =Témoïn absolu	97,90	80,30
T1 =Acide usnique à la plantation (1g/arbre)	95,80	78,20
T2 =Acide USnique en solution + arrosage 16 l/arbre/mois	96,90	79,30
T3 =Arrosage seulement à 24l/arbre/mois	100,00	82,70
Probabilité des écarts "blocs" (%)	50,00	49,20
Probabilité des écarts "traitements"	44,90	45,60
Coefficient de variation des résidus	4,60	6,10
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta X/X = 10\%$ et $\alpha = 10\%$	88,00	74,00
Puissance a postériori de l'essai au seuil de 10 %	% 32,00	3 1,00

N.B. :

Les valeurs de **TS 1** sont obtenues par transformation angulaire des taux de survie S 1 ($TS\ 1 = 100 \frac{\arcsin(S\ 1/100)}{1/2}$ après avoir remplacé les taux de 100 % par $(100(n \cdot 1/4)/n)\%$, n étant le nombre d'arbres du placeau, soit 16 (procédé de **BARLETT**).

Croissance en hauteur (Tab. 3 et 4)

A l'âge de 11 mois, les plants avaient une hauteur moyenne de 67,3 cm. Les moyennes par traitement observées après élimination de la 4ème répétition font apparaître des différences de 3 à 21 % par rapport au témoin TO :

TO : Témoin absolu	H1 = 63,1 cm
T1 : Acide usnique à la plantation	H1 = 65,9 cm (+ 3 %)
T2 : Acide usnique + arrosage (100 l)	H1 = 70,3 cm (+ 10 %)
T3 : Arrosage (150 l/arbre)	H1 = 77,1 cm (+ 21 %)

L'analyse de variance fait ressortir que seul le traitement T3 a une hauteur significativement supérieure à celle du témoin TO. Bien que les traitements T2 et T3 ne soient pas significativement différents, la différence relative de 10 % observée entre ces deux traitements n'en reste pas moins grande.

Les coefficients de variation sur les hauteurs à 1 an sont importants (CVH = 29 %) et dénotent une forte variabilité du milieu et/ou du matériel végétal. On notera toutefois que l'écart-type sur les hauteurs est à peu près constant pour T1, T2 et T3 (18,3 à 18,8), mais qu'il est plus important pour TO (SH = 22,8). Il semblerait donc que l'adjonction de l'acide usnique et/ou l'arrosage ait un effet homogénéisant sur la hauteur.

Croissance en diamètre (Tab. 5 et 6)

Le diamètre moyen au collet relevé sur l'ensemble de l'essai est de 24,6 mm. Les moyennes par traitement font apparaître des écarts par rapport au témoin qui sont du même ordre de grandeur que sur les hauteurs :

TO : Témoin absolu	DI = 22,7 mm
T1 : Acide usnique à la plantation	DI = 23,5 mm (+ 4 %)
T2 : Acide usnique + arrosage (100 l)	DI = 25,4 mm (+ 12 %)
T3 : Arrosage à 150 l/arbre	DI = 27,9 mm (+ 23 %)

Là encore, seul le traitement T3 est significativement différent du témoin TO et on notera une différence d'environ 10 % entre T2 et T3 qui reste importante.

Le coefficient de variation moyen observé sur le diamètre est de 19 %. Comme sur les hauteurs, on notera le rôle homogénéisant de l'acide usnique et/ou de l'arrosage sur la croissance en diamètre.

Conclusion de l'essai "Antitranspirant sur Anacardier"

Pas plus l'amitranspirant que l'arrosage n'ont eu d'influence notable sur le taux de survie d'*Anacardium occidentale*. Ce taux, toujours supérieur à 95,8 %, montre la bonne adaptation de cette espèce aux conditions de Thiénaba, au moins en 1987.

L'action de l'acide usnique et/ou de l'arrosage est identique sur la croissance en hauteur et la croissance en diamètre, ce qui laisse supposer une bonne corrélation entre ces deux caractères. L'acide usnique aurait un effet relativement modeste sur la croissance de cette espèce qui serait, en revanche, plus sensible à l'arrosage comme en témoigne l'écart d'environ 10 % entre les traitements T2 et T3.

Tableau 3 ■ Essai antitranspirant sur *Anacardium* occidentale. Plantations du 28 juillet 1987 ■ Mensurations du 22 juin 1988. Valeurs obtenues sur des **plateaux** de 16 arbres. (Station de THIENABA)

Répétitions	T0			T1			T2			T3			Moyennes	
	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	CVH
R1	66,00	22,50	0,34	61,30	21,70	0,35	76,00	24,30	0,32	91,50	26,50	0,29	73,90	0,33
R2	84,90	33,70	0,40	87,60	26,60	0,30	83,10	23,20	0,28	91,70	23,60	0,26	86,80	0,31
R3	69,20	23,50	0,34	62,70	18,50	0,30	77,80	28,10	0,36	87,80	27,70	0,32	74,40	0,33
R4	64,60	18,10	0,28	54,40	16,10	0,30	54,30	8,60	0,16	55,10	15,10	0,27	57,10	0,25
R5	56,60	22,60	0,40	62,40	12,10	0,19	58,10	14,00	0,24	59,10	7,90	0,13	59,10	0,24
R6	43,00	16,10	0,37	55,50	18,00	0,32	55,40	11,70	0,21	55,40	10,40	0,19	52,30	0,27
Moyennes	64,10	22,80	0,36	64,00	18,80	0,29	67,60	18,30	0,26	73,40	10,40	0,19	67,30	0,29

Tableau 4 ■ Analyse de l'effet des traitements sur la hauteur à 1 an

		Variables	
Traitements et paramètres de l'analyse		H1 (cm)	H1* (cm)
T0 = Témoin absolu		64,10	63,90
T1 = Acide usnique à la plantation (1g/arbre)		64,00	65,90
T2 = Acide usnique à solution + arrosage 16 l/arbre/mois		67,60	70,30
T3 = Arrosage seulement à 241 l/arbre/mois		73,40	77,10
Probabilité des écarts "blocs"	%	0,01****	0,10****
Probabilité des écarts "traitements"	%	12,40	4,5*
Coefficient de variation des résidus	%	10,80	9,90
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta x/x = 10\%$ et $\alpha = 10\%$		30,00	29,00
Puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 %		60,00	80,00

H1* = valeurs obtenues après élimination de la répétition 4 (jugée aberrante puisque T0 > T3)

Tableau 5 • Essai antitranspirant sur *Anacardium occidentale*. Plantations du 28 juillet 1987 • Mensurations du 22 juin 1988. Valeurs obtenues sur des piéceaux de 16 arbres. (Station de THIENABA)

Répétitions	T0			T1			T2			T3			Moyennes	
	D1	SD	CVD	D1	SD	CVD	D1	SD	CVD	D1	SD	CVD	D1	CVD
R1	22,60	4,80	0,21	19,70	5,30	0,27	26,40	5,40	0,20	29,90	6,80	0,23	24,70	0,23
R2	26,80	8,90	0,33	29,40	5,40	0,18	28,00	4,80	0,17	30,20	5,10	0,17	28,60	0,21
R3	24,10	5,80	0,14	23,10	7,20	0,31	27,80	5,10	0,18	28,60	5,70	0,20	25,90	0,23
R4	24,80	4,90	0,20	21,50	3,80	0,18	24,20	3,70	0,15	23,20	3,80	0,16	23,40	0,17
R5	22,60	2,60	0,12	23,50	2,00	0,09	24,40	4,10	0,17	25,70	4,90	0,19	24,10	0,14
R6	17,50	4,70	0,27	21,90	2,90	0,13	20,50	2,70	0,13	25,00	3,90	0,16	21,20	0,17
Moyennes	23,10	5,30	0,23	23,20	4,40	0,19	25,20	4,30	0,17	27,10	5,00	0,18	24,60	0,19

Tableau 6 • Analyse de l'effet des traitements sur le diamètre au collet à 1 an

Traitements et paramètres de l'analyse	Variables	
	D1 (mm)	D1* (mm)
T0 = Témoin absolu	23,10	22,70
T1 = Acide usnique à la plantation (1g/arbre)	23,20	23,50
T2 = Acide usnique en solution + arrosage 16 l/arbre/mois	25,20	25,40
T3 = Arrosage seulement à 24 l/arbre/mois	27,10	27,90
Probabilité des écarts "blocs"	0,3**	0,2**
Probabilité des écarts "traitements" en %	1,1*	0,5**
Coefficient de variation des résidus %	8,30	7,60
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta x/x = 10\%$ et $\alpha = 10\%$ %	42	40
Puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 %	90	94

D1* = valeurs obtenues après élimination de la répétition 4 (jugée aberrante puisque $T0 > T3$)

Pour cette espèce dont le rapport poids sec de tige/poids sec de racines est supérieur à 3 à l'âge de 3 mois, il apparaît donc que l'effet arrosage est prépondérant devant l'effet antitranspirant.

Analyse de l'essai "antitranspirant sur Tamarinier"

Taux de survie (Tab. 7 et 8)

Pour l'ensemble de l'essai "Antitranspirant sur Tamarinier", le taux de survie moyen émit de 95,3 % à 11 mois. Les taux moyens observés sur les 4 traitements étaient les suivants :

TO : Témoin absolu	S1 = 94,8 %
T1 : Acide usnique à la plantation	S1 = 92,3 % (- 2,5 %)
T2 : Acide usnique dans 100 litres d'eau	S1 = 94,8 % (+ 0 %)
T3 : Arrosage avec 150 litres d'eau pure	S1 = 99 % (+ 4,2 %)

LB encore, les écarts par rapport au témoin sont faibles et non significatifs. On notera néanmoins une grande similitude avec l'essai "antitranspirant sur Anacardier", à savoir un très léger effet négatif de l'antitranspirant (- 2 %) compensé par l'arrosage.

Croissance en hauteur (Tab. 9 et 10)

La hauteur moyenne atteinte à 11 mois était de 49 cm avec toutefois des différences importantes entre les traitements :

TO : Témoin absolu	H1 = 40,5
T1 : Acide usnique à la plantation	H1 = 42,5 (+ 5 %)
T2 : Acide usnique dans 100 litres d'eau	H1 = 55,5 (+ 37 %)
T3 : Arrosage avec 150 litres d'eau pure	H1 = 57,5 (+ 42 %)

De l'analyse de ces résultats, on peut tirer les conclusions suivantes :

- 0 l'acide usnique, à raison de 1 g/arbre, placé au moment de la plantation, n'améliore que de 5 % la croissance en hauteur à 11 mois. Si la faible puissance de l'essai (33 % pour un écart relatif de 10 %) ne permet pas de considérer cet écart comme significatif, cette différence confirme le léger effet améliorant de l'acide usnique ;
- ② l'arrosage en saison sèche avec 100 litres d'eau additionnés de 1 g d'acide usnique par arbre améliore très significativement la croissance en hauteur (+ 37 % par rapport au témoin TO, + 31 % par rapport au traitement T1) ;
- ③ l'arrosage en saison sèche avec 150 litres d'eau par arbre (sans acide usnique) améliore la croissance en hauteur de 42 % ;
- ④ l'écart entre T2 et T3 est inférieur à 4 % et non significatif.

Ainsi, avec Tamarinier, un arrosage avec 100 litres d'eau additionnés d'acide usnique entraîne un gain de croissance en hauteur de 37 % à 11 mois, inférieur de 12 % seulement au gain de croissance produit par un arrosage de 150 litres d'eau pure.

Tableau 7 • Essai antitransplantant sur *Tamarindus indica*. Plantations du 28 juillet 1987 • Mensurations du 21 juin 1988. Valeurs obtenues sur des **placeaux** de 16 arbres.
(Station de THIENABA)

Répétitions	T0		T1		T2		T3		Moyennes	
	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1	S1	TS1
R1	100	82,70	100	82,70	93,80	75,60	100	82,70	98,50	80,90
R2	100	82,70	100	82,70	100	82,70	100	82,70	100	82,70
R3	87,50	69,30	87,50	69,30	87,50	69,30	93,80	75,60	89,10	70,90
R4	100	82,70	93,80	75,60	100	82,70	100	82,70	98,50	80,90
R5	100	82,70	93,80	75,60	93,80	75,60	100	82,70	96,90	79,10
R6	81,201	64,30	81,20	64,30	93,80	92,70	100	82,70	89,10	73,50
Moyennes	94,80	-	92,70	-	94,80	-	99,00	-	95,30	78,00

Tableau 8 • Analyse de l'effet des traitements sur le taux de survie à 1 an

Traitements et paramètres de l'analyse	Variables	
	S1 (%)	TS1 (%)
TU = Témoin absolu	94,80	77,40
T1 = Acide usnique à la plantation (1g/arbre)	92,70	75,00
T2 = Acide usnique en solution + arrosage 16 l/arbre/mois	94,80	78,10
T3 = Arrosage seulement à 24 l/arbre/mois	99,00	81,50
Probabilité des écarts "blocs" %	4,7*	2,3*
Probabilité des écarts "traitements" %	11,70	19,50
Coefficient de variation des résidus %	4,40	6,30
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta x/x = 10\%$ et $\alpha = 10\%$ %	90	72
Puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 % %	70	69

N.B.

Les valeurs de TS1 sont obtenues par transformation angulaire des taux de survie ($TS1 = 100 \arcsin (S1/100) 1/2$ après avoir remplacé le taux de 100 % par $(100 (n-1/4) / n) \%$, n étant le nombre d'arbres du placeau, soit n = 16 (procédé de BARLETT).

Tableau 9 • Essai antitranspirant sur *Tamarindus Indica*. Plantations du 28 juillet 1987 • Mensurations du 21 juin 1988. Valeurs obtenues sur des **plateaux** de 16 arbres. (Station de THIENABA)

Répétitions	T0			T1			T2			T3			Moyennes	
	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	SH	CVH	H1	SH
R1	33,20	16,7	0,50	35,5	10,70	0,30	56,6	12,60	0,22	61,2	16,2	0,26	46,60	0,32
R2	35,20	10,6	0,30	34,9	11,00	0,32	42,8	12,20	0,29	54,7	12,8	0,23	41,90	0,28
R3	42,60	9,1	0,21	40,5	14,20	0,35	47,3	20,60	0,44	48,8	16,9	0,35	44,80	0,34
R4	40,00	10,1	0,25	45,7	17,50	0,38	61,9	13,50	0,22	57,4	13,4	0,23	51,20	0,27
R5	51,20	14,4	0,28	47,1	12,10	0,26	69,3	24,20	0,35	63,8	21,6	0,34	57,80	0,31
R6	41,10	12,9	0,31	51,2	14,80	0,19	35,1	21,00	0,38	59,2	20,4	0,34	51,60	0,33
Moyennes	40,50	12,3	0,31	42,5	13,40	0,32	55,5	17,40	0,32	57,5	16,8	0,29	49,00	0,31

Tableau 10 • Analyse de l'effet des traitements sur la hauteur à 1 an

Traitements et paramètres de l'analyse	Variables	
	H1 (cm)	Ecart / T0
T0 = Témoin absolu	40,5	0
T1 = Acide usnique à la plantation (1g/arbre)	42,5	6%
T2 = Acide usnique en solution + arrosage 16 l/arbre/mois	55,5	37%
T3 = Arrosage seulement à 24 l/arbre/mois	57,5	42%
Probabilité des écarts "blocs"	%	0,5**
Probabilité des écarts "traitements"	%	0,01****
Coefficient de variation des résidus	%	10
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta x/x = 10\%$ et $\alpha = 10\%$	%	33
Puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 %	%	99

Croissance en **diamètre** (Tab. 11 et 12)

A l'âge de 11 mois, le diamètre moyen atteint par les plants sur l'ensemble de l'essai était de 9,3 mm. Les diamètres moyens observés sur les quatre traitements étaient les suivants :

TO : Témoin absolu	Dl = 7,0 mm
T1 : Acide usnique à la plantation	Dl = 8,0 mm (+ 14 %)
T2 : Acide usnique dans 100 litres d'eau	Dl = 11,0 mm (+ 57 %)
T3 : Arrosage avec 150 litres d'eau pure	Dl = 11,3 mm (+ 61 %)

L'influence des traitements sur la croissance en diamètre confirme les constatations faites sur les hauteurs :

- 0 l'acide usnique placé dans le trou de plantation (T1) améliore de 14 % la croissance sur le diamètre. Là encore, la faible puissance de l'essai (27 % pour un écart relatif de 10 %) n'a pas permis de faire ressortir une différence significative entre ces deux traitements. Néanmoins, l'influence de l'acide usnique sur la croissance en diamètre est loin d'être négligeable ;
- ② l'arrosage de chaque arbre avec 100 litres d'eau additionnés de 1 g d'acide usnique provoque une amélioration de la croissance en diamètre hautement significative (+ 51 % par rapport au témoin et + 38 % par rapport au traitement T1) ;
- ③ l'arrosage des arbres avec 150 litres d'eau pure a entraîné une augmentation de la croissance en diamètre de 61 % par rapport au témoin ;
- ④ la différence entre le diamètre moyen du traitement T2 et celui du traitement T3 est inférieure à 3 % et non significative.

Ainsi, et mieux encore que cela avait été observé avec la croissance en hauteur, la croissance en diamètre obtenue avec un arrosage à 150 litres est du même ordre de grandeur (à 3 % près) que la croissance obtenue avec un arrosage réalisé avec 1/3 d'eau en moins et addition d'acide usnique.

Conclusion de l'essai "**Antitranspirant** sur Tamarinier"

Concernant la résistance à la sécheresse, les observations vont dans le même sens que celles qui avaient été faites sur l'anacardier, à savoir un très léger effet négatif de l'antitranspirant sur le taux de survie à 1 an compensé par l'arrosage. Par contre, pour le tamarinier, l'influence très bénéfique de l'antitranspirant apparaît cette fois très nettement. Appliqué au moment de la plantation, il améliore de 6 % la croissance en hauteur et de 14 % la croissance en diamètre. Additionné à l'eau d'arrosage à la dose de 100 litres par arbre, il entraîne des gains de croissance qui sont du même ordre de grandeur que ceux qu'on obtient avec un arrosage à l'eau pure à la dose de 150 litres par arbre, soit avec T2 (+ 37 % sur la hauteur et + 57 % sur le diamètre) et avec T3 (+ 42 % sur la hauteur et + 61 % sur le diamètre).

Autrement dit, les gains de croissance observés dans T3 ne sont jamais supérieurs à 4 % à ceux qu'on relève dans T2, alors qu'on a utilisé 50 % d'eau en plus.

Tableau 11 • Essai antitranspirant sur *Tamarindus indica*. Plantations du 28 juillet 1987 • Mensurations du 21 juin 1988. Valeurs obtenues sur des **placeaux** de 16 arbres. (Station de THIENABA)

	T0			T1				T2				T3			Moyennes	
Répétitions	D1	SD	CVD	D1	SD	CVD		D1	SD	CVD		D1	SD	CVD	D1	CVD
R1	4,90	1,80	0,37	6,60	1,61	0,24		10,30	1,80	0,17		10,4	2,10	0,20	8,1	0,15
R2	5,70	1,70	0,30	5,50	1,3	0,24		8,50	2,00	0,24		10,2	1,90	0,19	7,5	0,24
R3	6,00	1,20	0,10	6,00	1,7	0,28		9,60	3,20	0,33		9,4	3,40	0,36	7,8	0,29
R4	6,90	1,90	0,23	10,00	2,7	0,27		11,60	2,30	0,20		11,2	2,90	0,26	9,9	0,25
R5	11,10	2,80	0,25	9,10	2,5	0,27		15,00	80	0,19		13,9	3,50	0,25	12,3	0,24
R6	7,40	2,20	0,30	10,90	3,3	0,21		10,70	3,60	0,34		12,7	4,10	0,32	10,4	0,23
Moyenne	9,00	1,90	0,28	8,00	2,2	0,25		11,00~	2,60	0,24		11,3	3,00	0,26	9,3	0,26

Tableau 12 • Analyse de l'effet des traitements sur le **diamètre à collet à 1 an**

Traitements et paramètres de l'analyse	Variables	
T0 = Témoin absolu	D1 (mm)	Ecart/T0
T1 = Acide usnique à la plantation (1g/arbre)	7	0
T2 = Acide usnique en solution + arrosage 16 l/arbre/mois	8	14 %
T3 = Arrosage seulement à 24 l/arbre/mois	11	57 %
	11,3	61 %
Probabilité des écarts "blocs"	0,01***	-
Probabilité des écarts "traitements"	0,01****	-
Coefficient de variation des résidus	11,8	-
Puissance a priori de l'essai pour $\Delta x/x = 10 \%$ et $\alpha = 10 \%$	27	-
Puissance a posteriori de l'essai au seuil de 10 %	99	-

Avec le tamarinier, espèce dont le rapport poids sec des tiges/poids sec des racines était inférieur à l'unité à l'âge de 3 mois, l'utilisation de l'acide usnique permet donc d'économiser environ le tiers de l'eau utilisée pour l'arrosage de saison sèche.

CONCLUSION SUR L'EFFET ANTITRANSPIRANT 1987

En 1986, l'influence de l'acide usnique, associé ou non à un support humique et/ou à un hydrorétenteur, avait été testée à la Station de Thiénaba sur des semis et des jeunes plantations de *Faidherbia albida*. L'analyse des résultats avait montré que l'acide usnique avait un effet plutôt défavorable sur le taux de reprise mais un effet bénéfique sur la croissance juvénile (2). Ces résultats sont confirmés dans l'expérience de 1987, avec toutefois des différences de réponses selon l'espèce :

a - sur *Anacardium occidentale*

L'effet négatif de l'acide usnique sur le taux de survie, s'il existe, ne dépasserait guère 2 % et il serait compensé par l'arrosage. Avec cette espèce, dont la biomasse aérienne est environ trois fois la biomasse racinaire à 3 mois, l'acide usnique semble avoir un effet relativement faible sur la croissance (+ 3 % sur la hauteur, + 4 % sur le diamètre). Aussi, dissous dans l'eau d'arrosage, son effet améliorant est masqué par l'effet de l'arrosage. La réponse de l'anacardier à un arrosage d'appoint semble en effet plus proportionnelle à la quantité d'eau apportée en saison sèche. Ainsi, avec une dose de 100 litres d'eau additionnés d'acide usnique, l'amélioration de la croissance à 1 an est de + 10 % sur la hauteur et + 12 % sur le diamètre, tandis qu'avec une dose de 150 litres sans acide usnique, le gain de croissance est pratiquement doublé avec + 21 % sur la hauteur et + 23 % sur le diamètre.

Compte tenu de la surface foliaire très importante développée par l'anacardier, il est donc probable que la dose d'acide usnique employée (1 g par arbre) était insuffisante pour avoir un effet significatif sur sa croissance.

b - sur *Tamarindus indica*

L'effet légèrement dépressif de l'acide usnique sur la résistance semble confirmer, tout en restant très modeste (- 2 %) et donc pratiquement négligeable. Par contre, avec cette espèce dont la biomasse racinaire à 3 mois est supérieure à la biomasse aérienne, l'acide usnique favorise très nettement la croissance.

Utilisé seul, l'acide usnique améliore de 6 % la croissance en hauteur et de 14 % la croissance en diamètre, soit une amélioration de la biomasse aérienne qui dépasse probablement 30 %. Utilisé en solution dans l'eau d'arrosage, on aboutit à des gains de croissance de 37 % sur la hauteur et 57 % sur le diamètre. Ces gains de croissance sont comparables à ceux qu'on obtient en augmentant la dose d'arrosage de 50 % sans addition d'acide usnique (+ 42 % sur la hauteur, + 61 % sur le diamètre).

Autrement dit, l'utilisation de l'acide usnique en solution dans l'eau d'arrosage permet d'économiser environ le tiers de la dose d'eau pour un gain de croissance comparable.

Ainsi, cette expérience en vraie grandeur confirme les résultats obtenus en laboratoire : en conditions de déficit hydrique, l'acide usnique, en réduisant d'environ 30 % la transpiration, améliore l'efficacité de l'eau disponible, ce qui se traduit par une augmentation de

la biomasse produite sur une même surface. L'emploi de l'acide **usnique** trouve toute sa **justification** dans le cas de plantation qui **nécessite** un arrosage de saison **sèche**, comme c'est le cas en arboriculture fruitière.

Dans toute la zone **sahélo-soudanienne**, et notamment dans le bassin arachidier sénégalais, les paysans sont tous demandeurs de vergers fruitiers (agrumes, manguiers et **goyaviers** en particulier). Toutes **ces espèces** ne **pouvent** être implantées qu'au prix d'un arrosage de saison **sèche** pendant les 2 ou 3 premières **années** de végétation. Mais les quantités d'eau disponibles et le temps **nécessaire** pour l'exhaure et le transport de cette eau font que, très souvent, cet arrosage de saison **sèche** est le facteur limitant l'extension de ces vergers.

L'acide **usnique**, en permettant d'économiser **1/3** de l'eau d'arrosage, serait en mesure de favoriser le développement de l'arboriculture **fruitière** qui pourrait apporter un complément appréciable au niveau de l'alimentation et du revenu des populations rurales. Compte tenu de la variation des réponses des **différentes espèces** perennes à l'emploi de l'acide **usnique**, des **expériences** complémentaires devraient donc être poursuivies sur des espèces fruitières d'intérêt national.

En tous cas, les **résultats** obtenus en 1988 à Thiénaba sur le tamarinier nous conduisent à **l'optimisme**. ♦

BIBLIOGRAPHIE

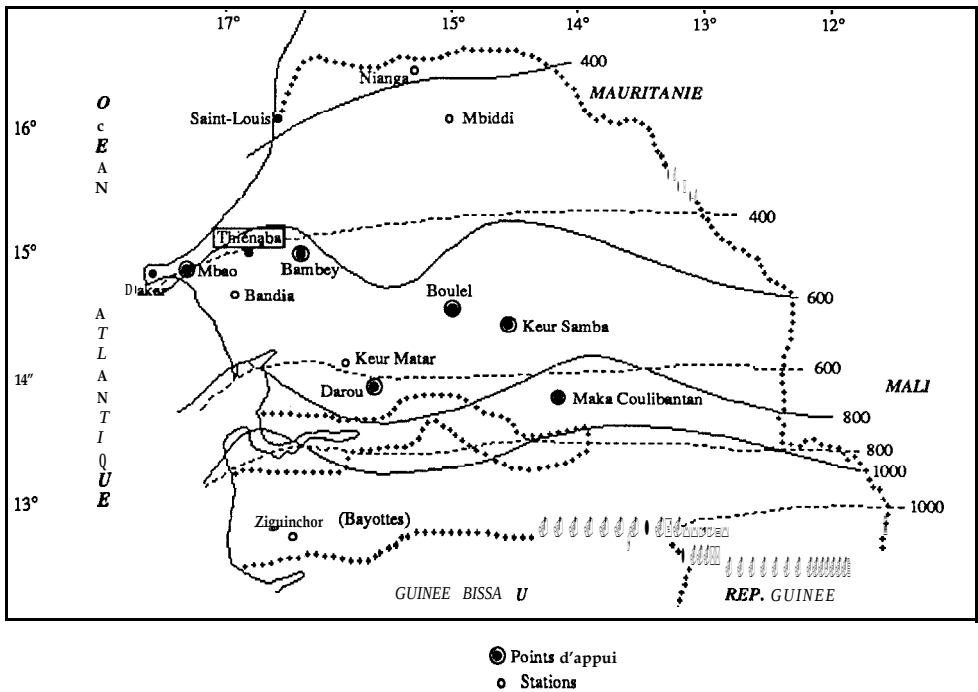
- 1 CARBONNIER, J. et *alt.*, 1986 ■ Recherches et applications dans le domaine des antitranspirants stomatiques ■ ACCT ■ Collection "Réseaux Lutte contre la sécheresse.
 - 2 CAZET, M., 1986 ■ Antitranspirants végétaux de type régulateur stomatique ■ Expérimentation au Sénégal en 1986 sur *Faidherbia albida* ■ Compte rendu des résultats obtenus en octobre 1986 ■ DRPF-ISRA/ACCT ■ 25 pages + annexes.
 - 3 CAZET, M., 1987 ■ Antitranspirants végétaux de type régulateur stomatique ■ Expérimentation au Sénégal en 1987 sur Anacardier et Tamarinier ■ Compte-rendu de l'expérimentation 1987 ■ DRPF-ISRA/ACCT ■ 9 pages + annexes.
 - 4 GOUET, J.P. et PHILLIPEAU, G., 1986 ■ Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance ? STAT ■ ITCF.
 - 5 PHILLIPEAU, G., 1984 ■ Puissance d'une expérience ■ ITCF
 - 6 SNEDECOR, G.N. et COCHRAN, W.E., 1984 ■ Méthodes statistiques ACTA.
-

LISTE DES TABLEAUX

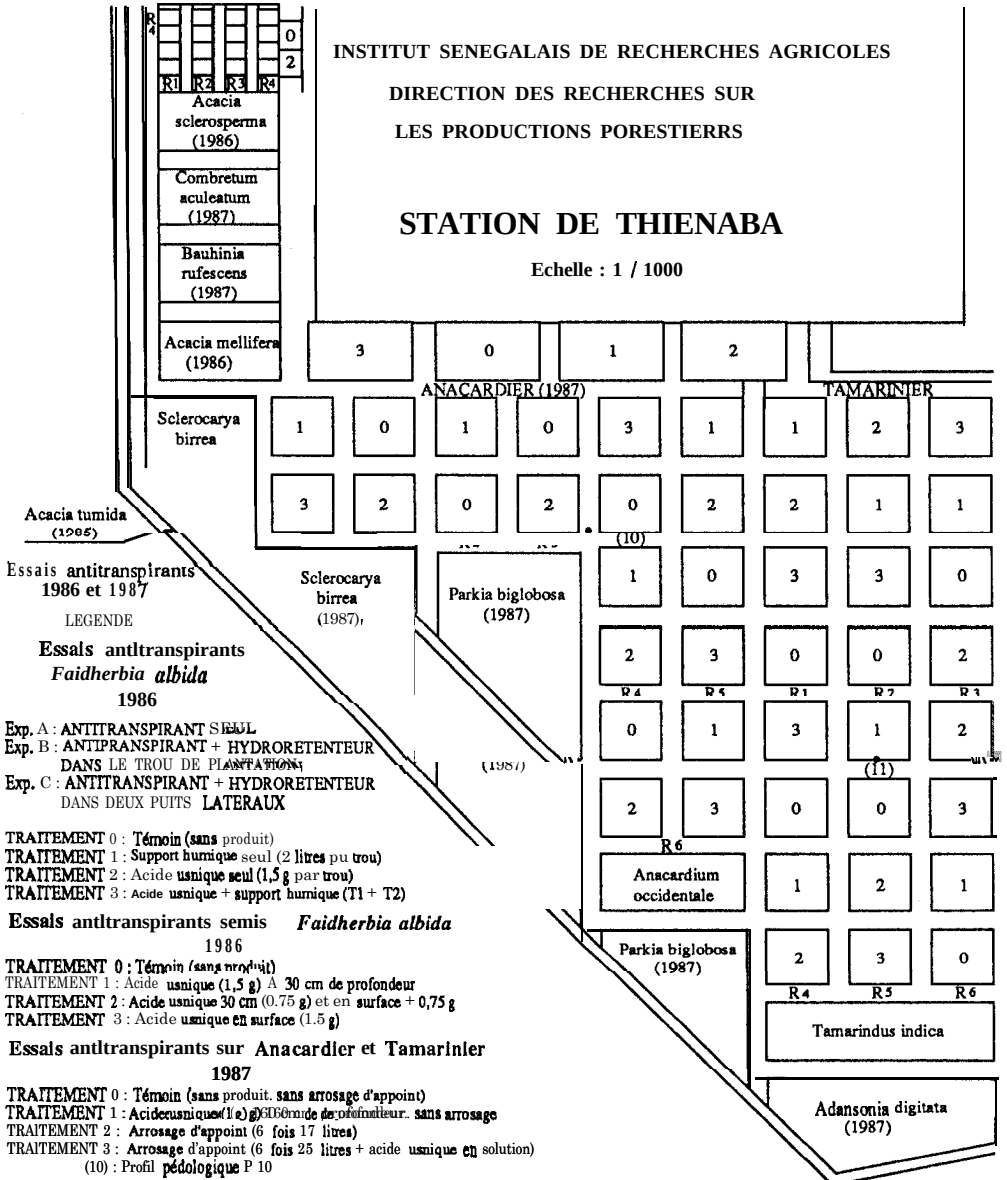
- 1a Carte du SENEGAL (isohyètes et situation de la station)
- 1b Schéma de l'essai
- 2 Anacardier : Tableau des taux de survie à 11 mois et analyse de **variance**
- 3 Anacardier : Tableau des hauteurs, écarts-types, coefficient de variation sur les hauteurs et analyse de **variance**
- 4 Anacardier : Tableau des diamètres, écarts-types, coefficient de variation sur les diamètres et analyse de **variance**
- 5 Tamarinier : Tableau des taux de survie à 11 mois et analyse de **variance**
- 6 Tamarinier : Tableau des hauteurs, **écarts-types**, coefficient de variation sur les hauteurs et analyse de **variance**
- 7 Tamarinier : Tableau des diamètres, écarts-types, coefficient de variation sur les **diamètres** et analyse de **variance**
- 8 Planches photographiques.

Annexe la

Carte du glissement des isohyètes (mm) au Sénégal
entre les périodes 1951-1967 (—) et 1968-1985
(-----). Situation des stations et points d'appui



Annexe 1 b





Essai n° 339/Thiénaba (Sénégal) • 1987 : *Anacardium occidentale* à 14 mois et culture intercalaire de niébé (photo : M. CAZET)



Essai n° 339/Thiénaba (Sénégal) • 1987 : *Tamarindus indica* à 14 mois et culture intercalaire de niébé (photo : M. CAZET)

