

CARACTERISATION DE QUELQUES CULTIVARS DE COCOTIER (*Cocos nucifera* L.) TOLERANTS A LA SECHERESSE EN CÔTE D'IVOIRE

J. L. K. KONAN¹, R. BOURDEIX², A. SANGARE¹ et F. MONDEIL³

¹Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche Marc DELORME 07 BP 13 Abidjan 07
E-mail : jeanlouiskonan@yahoo.fr

²Centre de Coopération en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Unité de recherche ressources génétiques et dynamiques sociales CEFÉ CNRS, 1919 route de Mende, E-Mail : roland.bouedeix@cefe.cnrs.fr

³Université de Cocody, Unité de Formation et de Recherche Biosciences 22 BP 582 Abidjan 22 Côte d'Ivoire.
E-Mail : mmondeil@yahoo.fr

RESUME

La sécheresse est un phénomène qui limite la production du cocotier en basse Côte d'Ivoire et son expansion en moyenne Côte d'Ivoire. L'étude a porté sur l'évaluation du niveau de tolérance à la sécheresse de 16 cultivars de cocotiers en vue de leur utilisation comme matériel végétal adapté et avec une bonne productivité. Des paramètres physiologiques et morphologiques ont été étudiés sur 16 cultivars à partir de 3 types de cocotier (Nain, Grand et Hybride). Ces cultivars proviennent de 9 parcelles de la collection internationale de la Station Marc DELORME. Des cultivars comme Grand Panama a maintenu une teneur en eau élevée (96,70 %) dans les organes pendant les périodes sèches, grâce aux réserves contenues dans le stipe. Tandis que le Nain Brun Nouvelle Guinée et son hybride, avec le Grand Rotuma, utilisent les ajustements osmotiques (-10,62 bars et -8,30 bars, respectivement) pour assurer un meilleur état hydrique des feuilles. L'opportunité d'introduire les 3 cultivars ci-dessus dans un schéma d'amélioration génétique est suggérée dans l'optique de mieux intégrer la tolérance à la sécheresse dans les critères de sélection variétale.

Mots clés : Cocotier, tolérance, sécheresse, paramètres physiologiques et morphologiques, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF SOME COCONUT (*Cocos nucifera* L.) CULTIVARS FOR DROUGHT TOLERANCE IN CÔTE D'IVOIRE

Drought is a phenomenon that limits coconut production in the coastal region of Côte d'Ivoire, and it is also the main limiting factor of coconut development in the central part of the country. This study was conducted to assess the tolerance level of 16 coconuts cultivars to drought, in order to develop adapted and highly producing vegetative material. Physiological and morphological parameters were studied on 16 coconut cultivars belonging to 3 groups (dwarf, tall and hybrid). The cultivars were collected from 9 experimental plots at the international germplasm of Marc Delorme research station. Cultivars like Panama tall had high levels of water contents over dry spells (96.70 %) by using stored water in the stem, while Madang Brown Dwarf and its hybrid with Rotuma Tall used osmotic adjustments strategies (-10.62 bars and -8.30 bars, respectively) to better maintain a good hydration status. The opportunity of introducing the above 3 cultivars in a breeding program is suggested to better integrate drought tolerance in selection criteria.

Key-Words : Coconut - drought tolerance - physiological and morphometric parameters, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Le cocotier originaire du Sud-Est Asiatique est présenté aujourd'hui dans tous les tropiques (Taffin et Sangaré, 1989). La production mondiale est évaluée à 9,6 millions de tonnes de coprah/an (amande séchée à 6 % d'humidité) (Amrizal, 2003). Toutefois, le déficit hydrique apparaît comme un des principaux facteurs limitant la production de cette plante.

En Côte d'Ivoire, une baisse de la pluviométrie a été constatée depuis les années quatre-vingt. On a enregistré moins de 1 800 mm de pluie, mal repartis sur l'année (Konan, 1997) dans les zones habituelles de culture de cocotiers. La grande saison sèche est devenue longue et sévère. Elle est passée de 2 à 4 mois (novembre à mars).

La sécheresse demeure également la contrainte majeure à l'expansion de la nuciculture en moyenne Côte d'Ivoire. En effet, dans cette zone, pendant les saisons sèches, les cocotiers perdent la quasi totalité de leurs feuilles et fleurs mâles (Pomier et Taffin, 1982), induisant une baisse de production pouvant atteindre 80 % (Zakra, 1989).

Diverses formes de réactions des plantes vis-à-vis du manque d'eau que sont l'esquive, l'évitement et la tolérance ont été révélées par les travaux de Stocker (1961) et Repellin (1994). Particulièrement chez les palmacées (cocotier, palmier), la tolérance à la sécheresse réside dans la capacité des membranes cellulaires à résister à la dénaturation et à la dégradation pendant le stress hydrique (Adjahossou *et al.*, 1984).

L'irrigation, bien maîtrisée dans les pays développés est coûteuse et hors de portée des agriculteurs des pays en développement. A l'instar d'autres cultures, celle du cocotier reste encore dépendante de la pluviométrie. L'amélioration des techniques culturales (irrigation et contrôle de l'évapotranspiration) pour modifier ou contrôler l'environnement et, surtout, la création de matériel végétal adapté à la sécheresse sont les options les plus adéquates.

L'étude vise à évaluer le niveau de tolérance à la sécheresse de quelques cultivars, à partir de l'évaluation de caractères physiologiques et morphologiques.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL VEGETAL

L'étude a porté sur 16 cultivars de cocotier plantés sur 9 parcelles de la Station Marc DELORME à Abidjan dont 5 écotypes Nains, 5 écotypes Grands et 6 Hybrides énumérés ci-après :

Les Grands comprennent : Grand Ouest Africain (WAT), Grand des Indes (Andaman ordinary ; ADOT), Grand du Panama (PNT), Grand de Sri Lanka (SLT) et Grand Rotuma (RTMT) ;

Les Nains sont représentés par : Nain Jaune Malaisie (MYD), Nain Rouge Cameroun (CRD), Nain Vert Sri Lanka (PGD), Nain Vert Philippines (CATD), Nain Brun Nouvelle Guinée (MBD) et MBD x RTMT ;

Les hybrides sont les croisement MYD x WAT (PB121), SLT x PGD, MYD x PNT, Nain Rouge Malaisie (MRD) x Grand Tagnanan des Philippines (TAGT), MRD x Grand des îles Rennell (RIT) et MBD x RTMT.

Après les mesures physiologiques, 9 cultivars ont été retenus pour l'étude des caractères morphologiques. Ce choix tient compte de l'accessibilité de la couronne foliaire et du nombre important de mesures à effectuer. Les cocotiers concernés sont : Ecotypes Grands ; WAT, PNT et ADOT - Ecotypes Nains ; MYD, PGD, MBD et CATD - Hybrides ; MYD x WAT et MBD x RTMT,

Les mesures physiologiques et morphologiques ont été réalisées sur 5 arbres par cultivar. MYD, WAT et MYD x WAT ont servi de témoins, respectivement pour les Nains, les Grands et les Hybrides.

METHODES

Paramètres physiologiques

La conductance stomatique (CS), le potentiel hydrique foliaire (PH) et la teneur relative en eau (RWC) ont été mesurés sur les folioles de la feuille de rang 10. Six mesures ont été effectuées sur chaque cultivar (une mesure par semaine) pendant la grande saison sèche de 1994 (Janvier à Mars ; Figure 1) entre 10 h et 13 h.

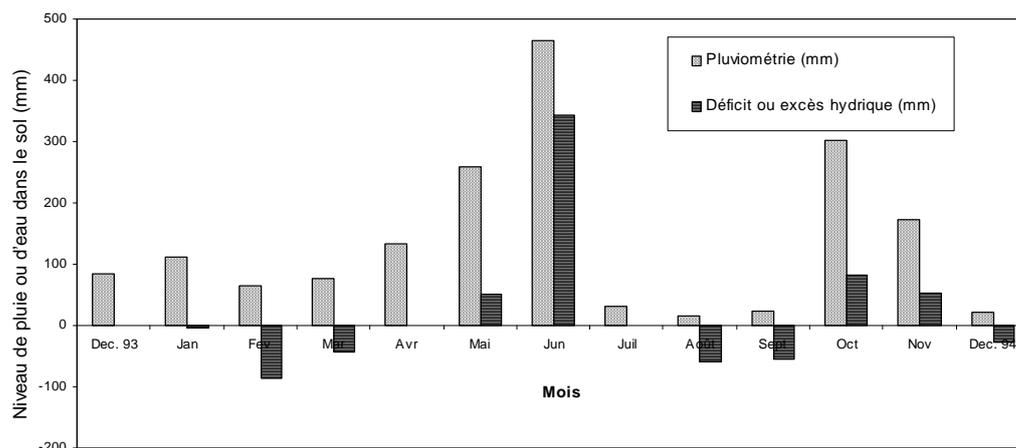


Figure 1 : Relevés météorologiques de décembre 1993 à décembre 1994 sur la station Marc Delorme.

Meteorological parameters at Marc Delorme Station from December 1993 to December 1994.

Conductance stomatique

La conductance stomatique (CS) mesurée avec un poromètre permet d'évaluer le degré de transpiration (perte de vapeur d'eau) de la plante par les stomates. La mesure est effectuée sur la face abaxiale (où sont localisés les stomates) de l'extrémité proximale de la foliole *in situ*. Une forte transpiration induit une conductance et une perte d'eau élevées (Laffray et Louquet, 1990).

Potentiel hydrique foliaire

Le potentiel hydrique (PH) est défini comme étant le travail à fournir pour transférer une unité de volume d'eau d'une surface pure libre (potentiel hydrique égal à zéro) à un point choisi dans le système considéré (Laffray et Louquet, 1988). Il diminue progressivement chez le végétal avec le déficit hydrique et est mesuré à l'aide d'une chambre à pression sur la partie distale de la foliole.

Teneur en eau des feuilles

Le contenu relatif en eau (RWC) correspond au rapport de la teneur en eau de l'échantillon prélevé à la teneur en eau maximale lorsque les cellules sont en pleine turgescence. La connaissance de cette valeur permet d'apprécier l'intensité de la contrainte hydrique subie par le végétal considéré. Ce paramètre a été identifié par Ruer (1968) comme un bon indicateur de la résistance à la sécheresse des plantes. Il ne varie ni avec les conditions ambiantes, ni avec l'âge du végétal (Wormer et Ochs, 1959), mais

plutôt en fonction de la disponibilité en eau du sol (Blum, 1988). Le RWC est calculé avec la formule suivante (Reis, 1991 ; Braconnier *et al.*, 1994) :

$$Rwc = (MF - MS) / (Msat - MS) \times 100$$

MF = Masse de l'échantillon frais, MS = Masse de l'échantillon séché et Msat = Masse de l'échantillon saturé d'eau.

Paramètres morphologiques

Plusieurs paramètres ont été mesurés sur le stipe, la feuille et l'inflorescence.

Sur le stipe, les paramètres mesurés ont été : la hauteur (Haut) : Distance entre le sol et la base de la feuille la plus âgée ; la circonférence du bulbe (base renflée du tronc) à 20 cm du sol ; la circonférence du tronc à 150 cm du sol (C150) ; le nombre de cicatrices foliaires (CF) entre 100 et 150 cm (écotypes Nains) ou entre 100 et 200 cm (écotype Grands et Hybrides).

Sur la feuille de rang 24, les paramètres suivants ont été mesurés : longueur du pétiole (LP) ; longueur du rachis (LR) ; nombre de folioles (NBF) sur le côté le plus long de la feuille ; longueur de la foliole (LF) ; largeur de la foliole (LGF) ; surface théorique de la feuille (SFT) déterminée par la formule : $SFT = LF \times LGF \times NBF \times 2$.

Sur l'inflorescence de rang 19 (écotypes Grands et hybrides) ou 24 (écotypes Nains), les paramètres suivants ont été mesurés : longueur

du pédoncule (ILP) ; longueur au premier fruit (ILPRF) ; longueur de l'épillet (ILE) ; longueur de l'axe (ILA) ; nombre d'épillets (NBE).

Analyses statistiques

Les paramètres statistiques (moyenne et coefficient de variation) ont servi à comparer les cultivars et à évaluer le degré de stabilité des variables. Trois classes ont été considérées :

CV < 0,10 : caractères stables ;
0,10 < CV < 0,20 : caractères à moyenne variabilité ;
CV > 0,20 : caractères à forte variabilité.

Une analyse de variance (ANOVA), à 2 critères de classification a permis d'apprécier le niveau de discrimination de chaque variable dans les 3 écotypes (Nain, Grand et Hybride). Un effet temps et cultivar ont été analysés pour mettre en évidence la variabilité des paramètres entre les jours de mesures et les populations de cocotier. A partir des coefficients de corrélation (r), le coefficient de détermination (r^2) a été calculé.

RESULTATS

PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

Conductance stomatique

La comparaison des valeurs moyennes des différents paramètres physiologiques mesurés au risque de 5 % (Tableau 1) des écotypes nains a révélé aucune différence avec le témoin Jaune Malais pour la conductance stomatique quelle que soit la parcelle considérée (092 ou 132). Toutefois, la conductance a varié fortement d'un jour à l'autre pour chacun des 5 écotypes (CV > 0,20).

Pour les écotypes Grands, la conductance stomatique n'a pas permis de différencier le cultivar local (WAT, témoin) des autres populations que sur la parcelle M63 (Tableau 2). WAT a perdu beaucoup plus d'eau par les stomates pendant la période sèche que Grand Panama et moins que celui des Indes. Les valeurs enregistrées ont été très variables sur la période de mesures.

Parmi les hybrides testés, seul SLT x PGD a eu un comportement différent du témoin (MYD x WAT), avec moins de perte d'eau pendant la sécheresse. Pour tous les hybrides, les données ont beaucoup varié indépendamment de la parcelle observée (Tableau 3).

Potentiel hydrique foliaire

Le potentiel hydrique foliaire (Tableau 1) a permis de différencier le Nain Jaune de Malaisie des cultivars Vert de Philippines, Brun Nouvelle Guinée et Vert de Sri Lanka (parcelle 092). Les tissus foliaires du Nain Vert de Philippines se sont déshydratés plus en période de sécheresse que ceux des autres Nains. Hormis le Vert de Philippines et le Rouge de Cameroun, le PH varie significativement selon le jour d'observation chez les autres Nains.

Avec les écotypes grands (Tableau 2), le témoin se différencie par un niveau d'hydratation de ses tissus foliaires supérieur à celui des Grands du Panama, Sri Lanka et des Indes. La variabilité inter-jour de mesure est forte sur les deux parcelles (101 et M63).

Les valeurs de PH enregistrées pour le croisement témoin (parcelle 062) ont été plus faibles que celles des autres hybrides (MYD x PNT, MRD x TAGT et MBD x RTMT). Par contre, sur les parcelles 071 et M52, le témoin s'est comporté mieux que MRD x SLT et est moins bon que l'hybride du Sri Lanka (SLT x PGD) (Tableau 3). Le Potentiel hydrique des hybrides MBD x RTMT, SLT x PGD et MYD x WAT (parcelle 064 et M52), ont varié significativement d'un jour à l'autre.

Teneur en eau des feuilles

L'analyse du contenu relatif en eau (RWC) montre une différence significative entre les cultivars Jaune Malais et Rouge Cameroun (parcelle 132) ; le témoin a gardé une teneur en eau des folioles plus élevée que le cultivar Rouge. Ce dernier a semblé davantage souffrir de la sécheresse que le témoin. Les valeurs ont peu varié d'une parcelle à l'autre.

Au niveau des écotypes Grands, le RWC a montré une différence de comportement significative du cocotier local avec ceux du Panama et des Indes. En effet, le cocotier local (WAT) a présenté une teneur en eau intermédiaire entre les deux autres. Le RWC a été constante quel que soit l'écotype ou la parcelle considérée (CV < 0,10).

Tableau 1 : Moyennes et coefficients de variation des paramètres physiologiques des cultivars Nains de cocotiers.

Averages and coefficients of variation of the physiological parameters of dwarf coconut cultivars.

Ecotypes Paramètres		Valeurs des paramètres					
		MYD (T)	CATD	MBD	PGD	MYD (T)	CRD
Conductance Stomatique (CS)	x (cm-1)	0,36	0,39	0,36	0,30	0,42	0,40
	CV	0,39	0,55	0,36	0,38	0,79	0,82
	DS	NS		(S)		NS	(S)
Potentiel Hydrique foliaire (PH)	x (bars)	-11,58	-14,92	-10,62	-13,78	-14,61	-14,57
	CV	0,24	0,11	0,23	0,26	0,21	0,20
	DS	NS		(S)		NS	(S)
Teneur relative en eau (RWC)	x (%)	96,40	95,87	96,60	96,23	96,23	95,10
	CV	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	DS	NS		(S)		S	(S)
Parcelle		092			132		
Période en 1994 (j)		45 à 96			61 à 102		

x : moyenne ; CV : coefficient de variation ; DS : différence statistique au risque de 5 % ; NS : non significatif selon le cultivar ; (NS) : non significatif selon le jour ; (S) : significatif selon le jour ; S : significatif selon le cultivar ; (T) : témoin Nain.

MYD (T) : Nain jaune Malaisie ; CATD : Nain vert Philippines

Tableau 2 : Moyennes et coefficients de variation des paramètres physiologiques sur les cultivars Grands.

Averages and coefficients variation the physiological parameters of tall cultivars.

Ecotypes Paramètres		Valeurs des paramètres						
		WAT (T)	RTMT	WAT (T)	SLT	WAT (T)	PNT	ADOT
Conductance Stomatique (CS)	x (cm-1)	0,29	0,28	0,33	0,29	0,32	0,28	0,36
	CV	0,80	0,62	0,61	0,48	0,29	0,24	0,40
	DS	NS	(S)	NS	(S)	S		(S)
Potentiel Hydrique foliaire (PH)	x (bars)	-10,96	-10,96	-11,30	-13,00	-12,36	-12,89	-14,64
	CV	0,32	0,27	0,14	0,13	0,25	0,33	0,23
	DS	NS	(S)	S	(S)	S		(S)
Contenu relatif en eau (RWC)	x (%)	96,23	96,63	96,77	97,10	95,70	96,70	94,77
	CV	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	DS	NS	(S)	NS	(NS)	S		(S)
Parcelle		101		112		M63		
Période en 1994 (j)		61 à 102		61 à 102		34 à 95		

x : moyenne ; CV : coefficient de variation ; DS : différence statistique au risque de 5 % ; NS : non significatif selon le cultivar ; (NS) : non significatif selon le jour ; (S) : significatif selon le jour ; S : significatif selon le cultivar ; (T) : témoin Grand.

Tableau 3 : Moyennes et coefficients de variation des paramètres physiologiques sur les hybrides

Averages and coefficients variation of the physiological parameters of hybrid cultivars.

Ecotypes Paramètres		MYDxWAT	MRDxTAGT	MYDxPNT	MYDxWAT	MBDxRTM	MYDxWAT	MRDxRIT	MYDxWAT	SLTxPGD
		(T)			(T)		(T)		(T)	
Conductance Stomatique	x (cms-1)	0,60	0,63	0,62	0,39	0,40	0,66	0,55	0,33	0,30
	CV	0,37	0,27	0,23	0,51	0,56	0,30	0,32	0,25	0,33
	DS (%)	NS		(S)	NS	(S)	NS	(S)	S	(S)
Potentiel Hydrique foliaire	x (bars)	-12,1	-9,3	-11,9	-11,4	-8,3	-13,8	-14,4	-12,8	-11,2
	CV	0,06	0,19	0,12	0,30	0,21	0,09	0,11	0,35	0,24
	DS (%)	S		(S)	S	(S)	S	(S)	S	(S)
Teneur relative en eau	x (%)	95,63	96,6	95,6	96,7	97,3	95,1	94,8	94,7	96,1
	CV	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	DS	S		(S)	S	(NS)	(NS)	(S)	S	(S)
Parcelle		062	062	062	064	064	071	071	M52	M52
Période en 1994 (j) (%)	DS	NS		(S)	NS	(NS)	S	(S)		34 à 95

x : moyenne ; CV : coefficient de variation ; DS : différence statistique au risque de 5 % ; NS : non significatif selon le cultivar ; (NS) : non significatif selon le jour ; (S) : significatif selon le jour ; S : significatif selon le cultivar ; (T) : témoin hybride

Sur les hybrides, le RWC montre qu'à l'exception de MRD x RIT et MYD x PNT, les hybrides MRD x TAGT, MBD x RTMT et SLT x PGD, en gardant un niveau hydrique des feuilles supérieur à celui du témoin, semblent plus tolérants au déficit hydrique.

Corrélations entre les paramètres physiologiques

Des corrélations significatives ($P < 0,05$) existent entre deux paramètres physiologiques au niveau de quelques écotypes (Tableau 4). Le PH est d'autant plus élevé chez WAT (parcelle 112) et CRD (parcelle 132) que le RWC est grand.

Au niveau de WAT (parcelle 101), RTMT (parcelle M52) et SLT x PGD (parcelle M52), la quantité d'eau perdue par les feuilles par transpiration stomatique est favorisée par un RWC élevé. Le PH et la CS sont inversement proportionnels sur les cultivars MYD, WAT, SLT, MBD x RTMT, MYD x PNT et MRD x TAGT.

PARAMETRES MORPHOLOGIQUES

Ecotypes Nains

L'analyse de variance sur l'ensemble des variables montre que les écotypes les plus grands sont ceux dont les cicatrices foliaires sont les plus distantes (donc moins nombreuses par unité de longueur ; Tableau 5). Ils sont caractérisés par des troncs plus développés ; c'est le cas du Nain des Philippines auquel s'oppose celui du Sri Lanka (tronc moins robuste avec beaucoup de cicatrices foliaires). Les Nains Jaune et Brun ont eu des comportements similaires aux deux précédents cocotiers selon la variable considérée.

Les cocotiers nains verts des Philippines au tronc développé (volumineux et haut) disposent dans leur couronne foliaire des feuilles et inflorescences plus grandes. Chez le Nain Vert Sri Lanka, la taille de ces organes est plus réduite.

Ecotypes Grands

Les cocotiers ouest-africains privilégient une croissance en hauteur au détriment du grossissement du stipe (Tableau 5). Chez les Grands du Panama et des Indes, la croissance et le grossissement semblent proportionnels. Au niveau des cicatrices foliaires, le cocotier local en porte moins que les deux autres Grands. La

variété locale WAT possède des inflorescences et feuilles plus développées que celles des deux autres écotypes (PNT et ADOT). L'inflorescence du Grand des Indes porte des épillets courts et nombreux.

Cocotiers hybrides

Les caractères discriminants montrent que l'hybride MYD x WAT ont grandi et grossi plus vite que MBD x RTMT. Les cicatrices foliaires ont été plus nombreuses chez ce dernier que chez le témoin (Tableau 5). Le grand stipe de MYD x WAT supporte des feuilles de taille plus grande. Mais, les inflorescences à l'aisselle des feuilles sont plus développées chez MBD x RTMT.

Corrélations entre les paramètres morphologiques

L'analyse des corrélations (Tableau 6) montre que chez les cocotiers Nains, les arbres qui possèdent des gros bulbes ont les stipes les plus volumineux ($r = 0,77$). Sur les gros troncs, les cicatrices sont peu nombreuses. Le rachis de la feuille est d'autant plus long que le pétiole est développé. Cette même proportionnalité existe entre la longueur du pédoncule et celle des épillets.

Au niveau des cocotiers grands, les développements du bulbe et du tronc sont positivement corrélés. La hauteur des arbres est inversement proportionnelle au CF. Les mêmes corrélations se retrouvent chez les hybrides. La feuille a été d'autant plus longue qu'elle possède un grand rachis (cocotiers Grands) ; son pétiole est d'autant plus allongé qu'on y retrouve des folioles de grande taille (Tableau 6).

Corrélations entre les paramètres physiologiques et morphologiques

Chez les cocotiers nains, le potentiel hydrique foliaire est d'autant plus élevé que le pédoncule est long ($r = 0,74$), les feuilles sont nombreuses ($r = 0,77$) et les épillets en nombre réduit ($r = -0,81$). Au niveau des cocotiers Grands, les valeurs élevées de PH ont été enregistrées sur les arbres ayant des stipes à la fois gros et hauts (Tableau 7).

Au niveau des cocotiers hybrides, les meilleurs niveaux de RWC ont été observés sur les arbres peu grands portant de courtes feuilles. Le PH a été corrélé négativement à la hauteur et à la longueur des folioles. La corrélation a été, par contre, positive avec ILP et ILPRT.

Tableau 4 : Corrélations significatives entre les paramètres physiologiques sur les cocotiers étudiés
Significant correlations between physiological parameters on studied coconut trees.

Variables	Corrélations	Coefficient de corrélation (r)	Coefficient de détermination (r ²)
CRD (parcelle 132)	PH/Rwc	+0,71	50
WAT (parcelle 112)	PH/Rwc	+0,76	68
WAT (parcelle 101)	CS/Rwc	+0,83	69
RTMT (parcelle 101)	CS/Rwc	+0,74	55
SLT x PGD (parcelle M52)	CS/Rwc	+0,76	58
WAT (parcelle M63)	CS/Rwc	+0,89	79
MYD x WAT (parcelle M52)	CS/Rwc	+0,78	61
MBD x RTMT (parcelle 064)	CS/PH 1	-0,72	52
MYD x PNT (parcelle 062)	CS/PH	-0,81	66
MRD x TAGT (parcelle 062)	CS/ PH	-0,72	52
MYD (parcelle 092)	CS/PH	-0,82	67
WAT (parcelle 112)	CS/PH	-0,71	50
SLT (parcelle 112)	CS/PH	-0,85	72

Valeurs des paramètres étudiés

Indicateur	CRD	WAT	RTMT	SLT	PGD	MBD	MYD	MRD	TAGT
CS	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
PH	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
RWC	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 1	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 2	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 3	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 4	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 5	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 6	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 7	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 8	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 9	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 10	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 11	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 12	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 13	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 14	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 15	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 16	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 17	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 18	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 19	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 20	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 21	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 22	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 23	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 24	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 25	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 26	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 27	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 28	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 29	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 30	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 31	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 32	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 33	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 34	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 35	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 36	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 37	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 38	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 39	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 40	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 41	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 42	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 43	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 44	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 45	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 46	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 47	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 48	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 49	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6
CS/PH 50	59,0	62,6	65,0	73,0	59,6	73,2	73,0	59,6	59,6

Tableau 5 : Caractères morphologiques des cocotiers étudiés.
 Morphological characters of the coconut trees.

Accession Parent	Valeurs des paramètres													
	CA28	CA30	CA31	CA32	CA33	CA34	CA35	CA36	CA37	CA38				
WAL (C)	11,5 (2)	87,9 (2)	10,8 (3)	198,7 (C)	11,7 (C)	111,5 (C)	123,7 (C)	37,2 (C)	7,3 (C)	62,9 (C)	15,2 (C)	38,7 (2)	55,7 (C)	7,6 (C)
FN	17,7 (C)	96,2 (C)	15,0 (2)	173,6 (2)	152,7 (C)	155,5 (2)	177,2 (2)	21,2 (2)	7,9 (C)	56,3 (2)	13,2 (C)	39,8 (2)	57,9 (C)	8,2 (C)
ADON	130,7 (2)	81,8 (2)	18,5 (C)	578,2 (3)	177,9 (C)	173,7 (2)	120,7 (C)	171,5 (2)	5,7 (C)	53,7 (2)	13,3 (C)	11,2 (C)	71,3 (2)	9,1 (C)
Accession hybride														
WAL x WAL (C)	11,8 (C)	89,8 (C)	15,0 (2)	197,2 (C)	112,7 (C)	128,5 (C)	113,2 (C)	135,5 (C)	7,9 (C)	68,9 (2)	11,5 (C)	11,2 (C)	78,5 (C)	9,2 (C)
WAL x FN (C)	109,5 (2)	77,2 (2)	32,8 (C)	240,8 (2)	156,3 (2)	199,9 (C)	116,2 (C)	120,7 (2)	5,8 (2)	70,8 (C)	11,8 (C)	37,6 (2)	57,8 (2)	7,2 (2)

Tableau 6 : Corrélations significatives entre les caractères morphologiques des cocotiers étudiés.*Significant correlations between morphological characters of the studied coconut trees studied.*

Variabes associées	Corrélation	Coefficient de corrélation (r)	Coefficient de détermination (%) (r ²)
Cocotiers	C20/CF	-0,78	61
	HAUT/CF	-0,76	58
	C20/C150	+0,77	59
	LP/LR	+0,74	55
	ILP/ILE	+0,79	62
Nains	ILPRF/ILE	+0,81	66
	C20/C150	+0,86	74
	LR/LF	+0,72	52
	HAUT/CF	-0,69	62
Cocotiers	ILE/NBE	-0,75	56
	HAUT/ILP	-0,90	81
	CF/HAUT	-0,95	90
	C20/CF	-0,87	76
	C20/HAUT	+0,85	72
Hybrides	C20/LP	+0,87	76
	C20/LF	+0,75	56
	C20/ILP	+0,80	64
	C150/LP	+0,89	79
	C20/C150	+0,89	79
	HAUT/LP	+0,74	55
	LP/LF	+0,80	64

Tableau 7 : Corrélations significatives entre paramètres morphologiques et physiologiques des cultivars étudiés.*Significant correlations between morphological and physiological parameters of the studied coconut studied.*

Variabes associées	Corrélation	Coefficient de corrélation (r)	Coefficient de détermination (%) (r ²)
Cocotiers Nains	PH/NBF	+0,77	59
	PH/ILP	+0,74	55
	PH/ILPRF	+0,71	50
	PH/NBE	- 0,81	66
Cocotiers Grands	PH/HAUT	+0,86	74
	RWC/HAUT	-0,71	50
Cocotiers	RWC/LF	-0,72	52
	PH/HAUT	-0,85	72
	PH/LF	-0,83	69
Hybrides	PH/LGF	-0,75	56
	PH/ILP	+0,78	61
	PH/ILPRF	+0,77	59

DISCUSSION

La conductance stomatique n'a pas permis de distinguer certains Nains (parcelle 092 et 132), Grands (parcelles 101 et 102) et Hybrides (parcelles 062, 064 et 071). Ces comportements sont en accord avec les travaux de Rajagopal *et al.* (1989) qui ont montré que le nombre de stomates (organes de transpiration) ne varie pas

significativement d'un cultivar à l'autre, qu'il soit grand (208,2/mm²), hybride (212,4/mm²) ou nain (216,1/mm²). Les résultats confirment également ceux de Martin *et al.* (1989), Ludlow et Muchow (1990) qui ont montré que la conductance stomatique ne représente pas un critère de sélection efficace pour les plantes qui pratiquent l'évitement de la sécheresse. Par contre, sur certains cocotiers Grands (parcelles M63) et Hybrides (parcelle M52), la conductance

s'est avérée discriminante ; ces résultats montrent les limites des travaux (sur le nombre de stomates) de Rajagopal *et al.* (1989) qui n'ont pas étudié la taille et l'activité des stomates.

La différenciation entre les cocotiers Nains (MYD, MBD, CATD, PGD) et hybrides (MYD x WAT, MRD x GML) apparaît uniquement avec le potentiel hydrique foliaire. Au niveau de ce paramètre, le potentiel osmotique (variante principale du potentiel hydrique) serait à l'origine de la ségrégation apparue.

Le contenu relatif en eau des folioles dépend du pouvoir d'extraction de l'eau du sol par les racines, de la facilité de transport de l'eau à partir des racines ou des organes de réserve (stipe, bulbe) vers les autres parties de la plante (feuilles) (Blum, 1988). Une extraction efficace de l'eau du sol et une facilité de circulation à travers la plante explique un contenu relatif en eau élevé (Annerose, 1988). Ceci a été le cas du Nain Jaune de Malaisie (parcelle 132). A l'opposé, il est probable que l'écotype Rouge du Cameroun (parcelle 132) ait présenté une forte résistance au transport et/ou une faible capacité d'extraction racinaire. Sculler (1990) a utilisé cette hypothèse pour expliquer les différences de RWC chez les chênes. Il a aussi été prouvé, qu'en conditions de sécheresse, les palmacées utilisent l'eau stockée dans leurs organes de réserve pour répondre à leur besoin hydrique (Passos et Viera Da Silva, 1990). Toutefois, la facilité de mobilisation de cette réserve d'eau peut différer d'un écotype à l'autre.

La conductance stomatique et, à un degré moindre, le potentiel hydrique foliaire varient fortement d'un jour à l'autre. Les conditions environnementales (dont l'éclairement, l'humidité relative de l'air) sont à l'origine de ces fluctuations (Laffray et Louguet, 1990).

Le contenu relatif en eau des folioles est très stable quel que soit le jour d'observation, le lieu et l'écotype considéré. Les différences de comportement obtenues seraient essentiellement dues aux aptitudes génotypiques de chaque cocotier. Les résultats concordent avec ceux de Wormer et Ochs (1959) qui ont révélé que la RWC ne varie ni avec les conditions ambiantes, ni avec l'âge du végétal.

Les corrélations significatives prises deux à deux, entre les 3 paramètres traduisent que l'augmentation de la transpiration stomatique provoquerait une baisse en eau des folioles (cas MYD, MYD x WAT). Des écotypes comme

RTMT ont gardé un RWC relativement élevé malgré une transpiration qui s'accroît. Chez ces derniers, une quantité suffisante d'eau parviendrait rapidement aux feuilles pour combler le déficit occasionné par la transpiration.

Les populations ayant les plus gros stipes (CATD, PNT et MYD x WAT) ont des bulbes plus développés et portent peu de cicatrices foliaires. Par contre, les cocotiers de tailles moyennes (MBD, ADOT, MBD x RTMT) portent beaucoup de cicatrices foliaires. Le Saint *et al.* (1983) montrent que cette différence provient davantage d'une émission foliaire plus rapide que d'une distance inter-cicatrice plus réduite. Toutes les populations étant localisées sur le même type de sol, nos résultats concordent avec ceux de Jacquemard (1979) obtenus chez le palmier qui ont montré que la qualité du sol n'influence pas significativement la différence de taille entre les populations de palmier.

Le faible niveau de tolérance à la sécheresse et la longueur de la surface foliaire de CATD (par rapport à MYD, MBD, PGD) et MYD x WAT (comparativement à MBD x RTMT) seraient mieux appréhendés si l'on admet que leurs feuilles sont mieux organisées et portent de grands stomates pour recevoir efficacement l'éclairement. Cette prédisposition favoriserait des échanges gazeux plus importants ; lesquels phénomènes nécessiteraient une mobilisation conséquente d'eau et justifieraient la faible teneur en eau chez les cocotiers sensibles. La robustesse du tronc selon Adjahossou *et al.* (1984) permet de stocker suffisamment de l'eau pour leurs besoins pendant les périodes de déficience hydrique. Chez CATD, ADOT et MYD x WAT, cette réserve d'eau semble être destinée à des fins autres que le maintien à un niveau hydrique élevé des feuilles. Chez MBD et MBD x RTMT (tronc peu développé), la réduction des pertes hydriques représenterait une stratégie pour satisfaire les besoins en eau au moment des déficits hydriques dans le sol.

Le nombre élevé d'épillettes sur les inflorescences de MYD x WAT indique une meilleure production que MBD x RTMT. Pourtant, une émission foliaire plus rapide chez ce dernier (nombre élevé de cicatrices foliaires) devrait militer en faveur d'un rendement important, puisque chaque feuille porte à son aisselle une inflorescence. La différence de production observée est influencée selon Nuce et Rognon (1977) par la taille des feuilles et des inflorescences. Ces auteurs montrent que les cocotiers aux pédoncules

courts (MYD x WAT) ont quelquefois du mal à bien développer leurs noix par manque d'espace. A l'opposé, ceux qui ont des pédoncules plus allongés (MBD x RTMT) sont sujets à des chutes précoces du régime lorsque la production est importante.

CONCLUSION

L'étude a permis de caractériser 16 cultivars de cocotier répartis sur 9 parcelles. Parmi les 3 paramètres physiologiques étudiés, le potentiel hydrique foliaire et la teneur relative en eau des folioles constituent les paramètres les plus importants pour l'évaluation du niveau de tolérance à la sécheresse chez le cocotier. La conductance stomatique, peu discriminante et très variable selon la période de mesure, n'a pas été un bon indicateur de tolérance à la sécheresse.

Certains cultivars (PNT) ont gardé un niveau hydrique élevé grâce à un stipe volumineux qui leur a permis de stocker suffisamment d'eau pour satisfaire leurs besoins hydriques pendant les périodes sèches. D'autres cocotiers (MBD, MBD x RTMT) ont maintenu un bon niveau de saturation en eau des feuilles, réduisant significativement les pertes, notamment à travers la surface foliaire.

Le Grand Panama, le Nain Brun Madang et son hybride, avec le Grand Rotuma, ont présenté des caractéristiques physiologiques et morphologiques d'intérêt, utilisables dans le cadre d'un programme d'amélioration génétique pour la tolérance à la sécheresse. Ceci dans l'optique de créer et mettre à la disposition des planteurs, un matériel végétal performant dans les zones marginales de production de coco .

HOMMAGE

Nous voudrions rendre un hommage mérité à feu SANGARE Alassane, Directeur de Recherche de la station Marc DELORME, avec qui nous avons conduit ces travaux.

REFERENCES

- Adjahossou (D. F.), Louguet (P.) et (J.) Viera Da Silva. 1984. Corrélation entre les résistances stomatiques de divers croisements de palmier à huile et la tolérance à la sécheresse ; Acta Oecol. Plant 3 : 163 - 178.
- Amrizal (I.). 2003. Coconut statistical yearbook. Asia Pacific Coconut Community, Jakarta, Indonesia, p. 4
- Annerose (D. J. M). 1988. Critères physiologiques pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Oléagineux, Vol. 43 (n°5) : 217 - 222.
- Blum (A.). 1988. Drought Resistance. In Plant Breeding for Drought Tolerance, CRC Press, Inc Boca Raton Florida, p. 43 - 211.
- Braconnier (S.), (A.) Repellin, (N.) Zakra, (J. L.) Konan et (A.) Sangaré. 1994. Mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse et création de matériel végétal adapté chez le cocotier et le palmier à huile. Rapport Bilan : Projet de recherche. TS2A-0238-M (CD)-STD2, IDEFOR /CIRAD, 97 p.
- Jacquemard (J. C.). 1979. Contribution à l'étude de la croissance en hauteur du stipe d'*Elaeis guineensis* Jacq. Etude de croisement L2TxDIOD. Oléagineux, 36, (7) : 543-552.
- Konan (K. J. L.) 1997. Contribution à l'étude de la tolérance à la sécheresse chez le cocotier (*cocos nucifera* L.) : Evaluation de quelques caractères biologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat. Université d'Abidjan. 110 p.
- Laffray (D.) et (P.) Louguet. 1988. Les Techniques porométriques, Bull. Aruclior. Prod. Agr. Milieu Arid., O : 21 - 42.
- Laffray (D.) et (P.) Louguet. 1990. Stomatal responses and drought resistance. Bull. Soc. Bot Fr., 137 : 47 - 60.
- Le Saint (J. P.), (M.) De Nuce De Lamothe et (A.) Sangaré. 1983. Les cocotiers Nains à Port-Bouët (Côte d'Ivoire) : II PGD et complément d'information sur les Nains Jaune et Rouge Malaisie, Vert Guinée Equatoriale et Rouge Cameroun Oléagineux, vol 38 (11) : 595 - 606.
- Ludlow (M. M.) et Muchow (R. C.). 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yield in water. Limited environments. Advances in Agronomy, 43 : 107 - 153.
- Martin (M. A.), Brown (J. H.) et (H.) Ferguson. 1989. Leaf water potential, relative water content and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Crop Sci. 81 : 100 - 105.

- Nuce De Lamothe (M. D.) et (N. F.) Rognon. 1977. Les cocotiers Nains à Port-Bouët. 1. Nain Jaune Ghana, Nain Rouge Malaisie, Nain Vert Guinée Equatoriale et le Nain Rouge Cameroun. Oléagineux 32 : 367 - 375.
- Passos (E. E. M.) et Viera Da Silva (J.). 1990. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera* L.) au champ. Cam. J. BOL. 68 : 458 - 460.
- Pomier (M.) et (G.) De Taffin. 1982. Tolérance à la sécheresse de quelques hybrides de cocotiers. Oléagineux 31 : 55 - 62.
- Rajagopal (V.), Kasturibay (K. V.) et (S. R.) Voleti. 1989. Drought tolerance in coconut, C.P.C.R.I., Kasaragod, 17p.
- Reis De Carvalho (C. J.). 1991. Mécanismes de résistance à la sécheresse chez des plants jeunes et adultes de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Thèse de Doct. Université Paris-Sud Centre d'Orsay. 203 p.
- Repellin (A.). 1994. Influence du déficit hydrique sur la physiologie des palmes de diverses variétés de cocotier (*Cocos nucifera* L.) : Evolution des paramètres hydriques, des échanges gazeux et de la composition lipidique des membranes. Thèse de Doctorat. Université Paris 7 Denis Diderot, 242 p.
- Ruer (P.). 1968. Contribution à l'étude de système racinaire du palmier à huile. Thèse Doct. Ing. IRHO, Fac. Sciences Paris, 117 p.
- Scuiller (I.). 1990. Exploration de la variabilité des comportements écophysologiques de semis de chênes blancs Européens soumis à la sécheresse. Thèse de Doctorat Université Nancy 1. 176 p.
- Stocker (O.). 1961. Les effets morphologiques et physiologiques du manque d'eau sur les plantes. «Echanges hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride». Compte rendu de recherches, UNESCO, p.69 - 113.
- Taffin (G. D.) et (A.) Sangaré. 1989. Intérêt du cocotier en Afrique de l'Ouest. Oléagineux, vol 44 (2) : 585 - 591.
- Wormer (T. M.) et Ochs (R.). 1959. Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier à huile et de l'arachide. Oléagineux, 15 : 571 - 580.
- Zakra (A. N.). 1989. La culture du cocotier en moyenne Côte d'Ivoire ; bilan de quinze ans de recherches d'accompagnement. Document de synthèse IRHO/CIRAD / Station Marc DELORME Abidjan. 35 p.