

Comportement du cocotier hybride Nain Jaune × Grand Ouest Africain vis-à-vis du Stem Bleeding en Indonésie

Mise en évidence du rôle du chlore dans l'expression des symptômes

J. L. RENARD (1), D. BRAHMANA (2), F. ROGNON (2)

Résumé. — Le stem-bleeding, anomalie connue depuis 1906 sur le cocotier et signalée dans toute la zone intertropicale affecte également le cocotier hybride PB-121 (MAWA). En Indonésie où les observations ont été faites, le pourcentage de cocotiers atteints et la gravité des symptômes varient selon la région. Deux expériences de nutrition minérale révèlent le rôle primordial du chlore dans l'apparition du stem-bleeding mais les facteurs climatiques jouent également un rôle dans l'expression des symptômes. Le stem-bleeding apparaît plus comme un désordre physiologique favorable à l'installation d'un parasite de faiblesse, en l'occurrence *Thielaviopsis paradoxa*, que comme une maladie proprement dite.

INTRODUCTION

Le stem-bleeding existe dans toute l'aire de culture du cocotier. Signalé pour la première fois par Petch en 1906 à Ceylan [5, 8], ce symptôme de saignement sur le stipe a été décrit en Inde [10], aux Philippines [2] et à Trinidad [3], il est en fait observé dans toutes les plantations et sur tous les continents. Son incidence sur la production n'a jamais été étudiée avec précision mais il est certain que, dans le cas de symptômes sévères, la production peut être affectée et que, par suite des lésions profondes dans le stipe, la vie du cocotier peut être en danger.

Tous les cultivars de cocotiers sont plus ou moins affectés par le stem-bleeding ; les différences de comportement ont cependant été observées à la Station de recherches sur le cocotier de Pilicole en Inde [10]. Selon les variétés, 0 p. 100 (Mysore) à 45 p. 100 (Philippines) des cocotiers présentent des symptômes. L'origine du stem-bleeding n'est pas établie avec certitude. Le *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) ou *Ceratostomella paradoxa* est fréquemment associé aux lésions du stipe, mais de nombreux auteurs rendent les conditions climatiques et culturales responsables du développement du champignon.

L'apparition du stem-bleeding sur l'hybride Nain × Grand Ouest Africain dans différentes situations en Indonésie et dans des expériences de nutrition minérale a permis d'analyser les facteurs en jeu dans l'apparition de l'anomalie.

I. — LES SYMPTÔMES

1. — Description des symptômes.

Le premier symptôme de stem-bleeding se manifeste par une tache noirâtre plus ou moins étendue sur le stipe à une hauteur comprise entre 20 et 150 cm à partir du sol. Du

centre de cette tache, un liquide brun noir peut s'écouler et noircir le stipe sur une hauteur variant de quelques centimètres à plus de 50 cm (Fig. 1). L'orifice par lequel le liquide suinte est généralement naturel, ne résultant ni d'une blessure ni d'un dégât d'insectes mais d'une craquelure naturelle due à la croissance du stipe.

A ces traînées irrégulières, généralement couleur de suie et parfois brun-rouge, correspond une pourriture brun clair à noire des tissus du stipe, limitée à sa périphérie par une zone brun orangé (Fig. 2). Cette pourriture, de forme irrégulière, affecte une proportion importante du stipe que ne reflète pas obligatoirement l'importance des symptômes externes ; en particulier cette pourriture s'étend plus en hauteur à l'intérieur du stipe que le niveau supérieur de la tache noire externe. En vieillissant cette pourriture devient fibreuse et la cavité qui se forme renferme parfois un liquide clair sous pression qu'une blessure de l'écorce, faite à l'aide d'un couteau, laisse sortir en jet.

La cassure des feuilles basses parfois observée n'est pas un symptôme obligatoirement associé au stem-bleeding. Ce phénomène est lié essentiellement aux facteurs climatiques et en particulier à la pluviométrie. Dans des conditions de déficit hydrique élevé, les feuilles basses d'un cocotier déjà affecté par le stem-bleeding se cassent et pendent le long du stipe ; ceci est valable pour tous facteurs qui contribuent à une moindre résistance à la sécheresse (horizon gravillonnaire dans le sol). Par contre il n'y a aucun symptôme foliaire lorsque la pluviométrie est bien répartie et que le déficit hydrique est faible ou nul.

La chute des noix, parfois observée sur des arbres atteints de stem-bleeding est également la conséquence d'une sécheresse accentuée qui se superpose à l'affaiblissement général du cocotier dû à la pourriture interne.

Dans des situations extrêmes, l'infection interne est telle que le stipe peut se casser. Ces cas restent cependant exceptionnels.

A la phase évolutive des symptômes succède une phase de stabilisation de la pourriture, qui se traduit par l'arrêt de l'écoulement sur le stipe et le dessèchement interne, progressif, des tissus. La coupe tangentielle du stipe au niveau des écoulements noirâtres, secs, fait apparaître une lésion

(1) Département Phytopathologie I.R.H.O., B. P. 8 Dabou (Côte d'Ivoire).

(2) Pusat Penelitian Kelapa (Coconut Research Centre) Sumatera Utara P.O. Box 16 Galang (Indonésie).



FIG. 1. — Symptôme caractéristique du stem-bleeding : écoulement noirâtre sur le stipe (Characteristic symptom of Stem Bleeding : blackish discharge on the stem).



FIG. 2. — Aspect de la pourriture interne correspondant au suintement externe noir (Appearance of internal rot corresponding to black external discharge).



FIG. 3. — Guérison naturelle du stem-bleeding. Dessèchement de la pourriture, cicatrisation et formation d'une cavité allongée dans le stipe (Natural healing of Stem Bleeding. Drying out of rot, cicatrization and formation of an elongated cavity in the stem).



FIG. 4. — Aspect interne après section du renflement du stipe, symptôme précurseur du stem-bleeding (Internal appearance of cross-section of a swelling in the stem, a premonitory symptom of Stem Bleeding).

brune à brun clair ou grise, fibreuse et sèche. En fin de dessèchement les fibres sont devenues cassantes et le parenchyme se désagrège, laissant place à une large cavité dont les parois sont constituées d'une zone cicatricielle brune et très dure, tapissée à la base d'un terreau résultant de la décomposition du stipe.

Parfois cette cavité est apparente directement sur le stipe (Fig. 3), parfois elle est encore cachée par une fine pellicule fragile de l'écorce du stipe qui se rompt à la moindre pression du pouce. L'absence d'exsudation et le dessèchement des tissus pourris constituent les deux indices de l'arrêt de l'évolution du stem-bleeding et d'une guérison quasi totale du cocotier. Il est fréquent d'observer de nombreux cocotiers amputés d'une partie de leur stipe, sans être affectés, dans leur développement, mais il est bien évident que de tels arbres présentant une moindre résistance au vent.

2. — Variante des symptômes.

Des renflements se développent assez fréquemment sur le stipe des cocotiers Nains (Nain Rouge, Nain Jaune) et également sur l'hybride Nain × Grand. Cette boursoufflure renferme des concrétions gommeuses et granuleuses, d'abord brun clair, puis noires sur une épaisseur de 1 à 3 cm (Fig. 4). Il n'y a jamais d'écoulement noirâtre, et ce coussinet ne correspond pas toujours à une craquelure naturelle du stipe ; il existe d'ailleurs beaucoup de craquelures qui n'évoluent jamais en coussinet. Ces symptômes pourraient être le point de départ, en état de dormance, de pourriture plus profonde amenant au stem-bleeding. Ce symptôme n'a pas été observé sur les cocotiers Grands et l'hybride Nain × Grand semble hériter cette anomalie du parent Nain.

3. — Organismes associés au stem-bleeding.

Le *Ceratocystis paradoxa* est le champignon qui domine dans les zones pourries. La forme parfaite se développe lentement sur un milieu malt contenant de la pénicilline. Sur eau gélosée les périthèces apparaissent sur le fragment d'isolement. La forme *Thielaviopsis paradoxa* est également présente ainsi que d'autres champignons tels que *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., mycelium de Basidiomycète et des bactéries.

Suivant le stade de la pourriture auquel les prélèvements sont effectués, les résultats des isolements varient, révélant une absence totale de *C. paradoxa* ou de *T. paradoxa*, les bactéries prédominent, accompagnées également de *Trichoderma viride*. Dans les coussinets il n'a pas été possible d'isoler le *Ceratocystis paradoxa*.

II. — INCIDENCE DU STEM-BLEEDING EN PLANTATION

L'évolution du stem-bleeding a été suivie en Indonésie sur l'hybride PB-121 dans différentes localités au cours de 1983. Dans le tableau I figurent les résultats des observations effectuées dans quatre localités plantées avec l'hybride. Ces observations sont effectuées dans les conditions de plantation industrielle sur la base des symptômes des saignements noirâtres sur le stipe.

TABLEAU I. — Incidence du stem-bleeding dans différentes plantations d'hybrides en Indonésie (symptômes de saignements ou de taches noirâtres sur le stipe).

(Incidence of Stem Bleeding in different hybrid plantations in Indonesia — symptoms of bleeding or blackish patches on the stem)

	1983	
	Fév. (Feb.)	Août (August)
	P. 100	P. 100
1 — Bangun-Purba, Nord (North) Sumatra 160 ha	0,9	1,1
2 — Essai de nutrition minérale (Mineral nutrition trial) CC1 12 ha Bangun- Purba (Nord Sumatra)	5,0	2,5
3 — Essai de nutrition minérale (Mineral nutrition trial) CC1 12 ha Bergen (Lampung)	—	9,6
4 — Aek Pancur 144 arbres (trees)	66	

La réduction apparente des cas de stem-bleeding dans l'essai CC1 de Bergen est due au fait que de nombreux cas notés en février 1983 ont disparu en août 1983. Sur les 90 cas de stem-bleeding notés en avril 1983 sur l'essai de Bangun-Purba, seuls subsistent 27 cas encore bien visibles et 5 nouveaux cas sont apparus sans aucun écoulement, 63 sont devenus bénins ou ont disparu. On peut donc estimer que :

- 70 p. 100 des nécroses sont totalement guéries (63 cas sur 90),
- 11 p. 100 des nécroses sont partiellement cicatrisées (10 cas),
- 19 p. 100 des nécroses n'évoluent plus (17 cas).

Dans l'Ouest de Java, l'incidence du stem-bleeding est extrêmement faible. Sur les plantations 1979 de Pasir Badak, aucun symptôme n'a été observé et ceci malgré une sécheresse très forte en 1982 ; sur les hybrides plantés en 1977 à Kelapa Nunggal le stem-bleeding n'existe qu'à l'état de traces.

Dans le Lampung, le stem-bleeding s'est développé principalement sur la plantation de Bergen ; à Kalianda, sur les cocotiers les plus âgés (1979) nous avons pu remarquer sur le stipe des renflements en coussinet renfermant des gommes. Ce symptôme est rare et il est connu ailleurs mais, ici, il n'évolue pas en stem-bleeding.

A Padang-Ratu, un seul cas de stem-bleeding (peu profond) a été observé sur les plantations 1979. Les stipes présentent aussi quelques symptômes en coussinet, sans évolution en profondeur. Le problème de stem-bleeding apparaît ici très faible et sans incidence économique.

A la Station du LPTI, les hybrides manifestent quelques symptômes légers de stem-bleeding ainsi que des coussinets gommeux ; caractère que l'on retrouve sur tous les Nains et en particulier sur les Nains de Nias. Sur le cocotier Grand de Takome, les symptômes de stem-bleeding sont très marqués.

Aux Moluques les attaques du stem-bleeding ont été particulièrement graves à Ternate et à Tidore où, par exemple, avec un déficit hydrique de 871 mm en mars 1983, sur les 261 arbres vivants, 95 arbres (soit 36,4 p. 100) ont été atteints par le stem-bleeding parmi lesquels 37 (14,2 p. 100) sont sévèrement atteints et 10 (3,8 p. 100) sont morts.

Dans ces deux situations, en dépit de déficits hydriques très élevés, les pourcentages de plants affectés n'atteignent pas le niveau observé à Aek-Pancur (66 p. 100) où le déficit hydrique est très faible ; mais ils excèdent les pourcentages de plants malades enregistrés à Bergen (fort déficit) et Bangun-Purba (faible déficit). La grande différence entre les localités réside surtout dans la mortalité des arbres.

Il apparaît déjà que ce n'est pas l'incidence du stem-bleeding mais sa gravité qui est liée au déficit hydrique. Des cocotiers affaiblis par le stem-bleeding, dans une situation à très fort déficit hydrique, peuvent mourir, ce qui ne se produit jamais si le déficit hydrique est faible.

Le stem-bleeding se manifeste également dans des essais comparatifs de différents hybrides situés à Bangun-Purba (Nord Sumatra) et plantés en 1978 ; le tableau II indique l'incidence de l'anomalie sur les variétés testées. Bien que les différences soient faibles, on notera toutefois que le pourcentage de stem-bleeding est toujours plus élevé sur les hybrides avec le NJM.

III. — RÔLE DE LA FUMURE

La répartition des symptômes de stem-bleeding en fonction des fumures a été étudiée dans deux essais de nutrition minérale. Dans le but d'analyser avec précision l'état sanitaire, cinq classes ont été définies pour caractériser les symptômes :

- 0 — arbre sain,
- 1 — renflement en coussinet sur le stipe,
- 2 — stem-bleeding, tache sèche noire, ronde, unique et petite (inférieure à 3-4 cm de diamètre),
- 3 — stem-bleeding avec écoulement unique sur le stipe,
- 4 — stem-bleeding avec écoulement noirâtre multiple, sur le stipe.

A chaque cocotier est affecté l'indice correspondant aux

TABLEAU II. — Comportement de différents hybrides au stem-bleeding
(Performance of different hybrids with regard to Stem Bleeding)
Bangun-Purba

Essai (Trial) GC 1	Total plantés (planted)	Total présents (present)	Arbres atteints de Stem-Bleeding (Trees affected by)	P. 100 Stem-Bleeding
NJM × GOA (MYD × WAT)	320	320	15	4,7
NVE × GOA (EGD × WAT)	320	309	14	4,5
NRC × GOA (CRD × WAT)	320	312	14	4,5
GPY × GOA (PYT × WAT)	320	317	11	3,5
GRL × GOA (RLT × WAT)	320	311	12	3,9
Grand Beji (Beji Tall)	320	294	3	1,0
Essai (Trial) GC 2				
NJM × GRL (MYD × RLT)	120	119	8	6,7
NRM × GOA (MRD × WAT)	120	118	5	4,2
NJM × GOA (MYD × WAT)	120	116	8	6,9

NJM (MYD)	{ Nain Jaune Malaisie (Malaysian Yellow Dwarf)
NVE (EGD)	{ Nain Vert Guinée Equatoriale (Equatorial Guinea Dwarf)
NRC (CRD)	{ Nain Rouge Cameroun (Cameroon Red Dwarf)
GRL (RLT)	{ Grand Rennell (Rennell Tall)

NRM (MRD)	{ Nain Rouge Malaisie (Malaysian Red Dwarf)
GOA (WAT)	{ Grand Ouest Africain (West African Tall)
GPY (PYT)	{ Grand Polynésie (Polynesia Tall)

symptômes observés, par exemple un cocotier noté 4 comptera 4 fois plus que le cocotier noté 1. Dans chaque cas ne sont comptés que les symptômes de rang le plus élevé.

1. — Bangun-Purba — Essai CC 1.

Planté en 1977 selon un schéma expérimental 3³ (N, P, Mg), subdivisé en KCl 0 et KCl, cet essai comporte des cas de stem-bleeding dont l'incidence en fonction des fumures est reportée dans le tableau III. Notons que la méthode d'observation est plus sévère que celle utilisée pour les recensements de routine en plantation indiquée dans le tableau I.

Il apparaît que les fortes doses d'azote favorisent l'expression du stem-bleeding, alors que les fortes doses de chlorure de potassium la réduisent.

Le pourcentage de plants atteints en fonction des apports de N et K (et suivant que l'on considère les arbres utiles ou les arbres totaux des parcelles de traitements) est indiqué dans le tableau IV.

Les différences sont significatives entre KCl 0 et KCl 1 dans les deux situations (arbres utiles et arbres totaux) ; pour l'azote les différences ne sont significatives que si l'on considère la parcelle expérimentale entière.

Lorsque ces résultats sont mis en relation avec les analyses des différents éléments dans les feuilles (Tabl. V) on s'aperçoit que c'est le chlore apporté par la fumure potassique qui intervient d'une manière très significative dans l'expression du stem-bleeding.

2. — Bergen — Essai CC 1.

Schéma expérimental 3³ N, P Cl, subdivisé pour Mg.

Sur les mêmes bases que pour l'essai précédent, les pourcentages de plants affectés par le stem-bleeding par type de symptômes en fonction de la fumure sont indiqués dans le tableau VI.

TABLEAU III. — Incidence du stem-bleeding par traitement — Influence du KCl — Indice cumulé

(Incidence of Stem Bleeding per treatment — Influence of KCl — Cumulative index)

Niveau de fumure (Manuring level)	KCl 0	KCl 1	Indice (Index) total
N0	91	71	162
N1	174	80	254
N2	151	118	269*
Total Indice (Index)	416*	269	685

TABLEAU IV. — Pourcentage d'arbres atteints tous symptômes confondus 2-3-4 (12 arbres utiles et 28 arbres au total par parcelle élémentaire).

(P. 100 of trees affected including all symptoms 2-3-4 ; 12 useful trees and a total of 28 trees per elementary plot)

	Arbres utiles (Useful trees)			Arbres totaux (Total trees)		
	KCl 0	KCl 1	Moyenne (Mean)	KCl 0	KCl 1	Moyenne (Mean)
N0	26,8	16,8	21,8	29,3	20,5	24,9
N1	51,6	16,7	34,2	40,1	24,0	32,1*
N2	39,8	29,6	34,7	45,9	34,0	40,0*
Moyenne (Mean)	39,4	21,0*		38,4	26,2*	

On constate que plus le niveau en fumure azotée est élevé plus l'incidence du stem-bleeding est forte alors que cette incidence diminue lorsque la quantité de fumure potassique augmente. L'analyse statistique montre une augmentation significative d'environ 30 p. 100 du nombre de cas notés (1) pour les objets K1 et K2 et, au contraire, une diminution du nombre de cas (2 + 3 + 4) soit — 13 p. 100 avec K1 et — 36 p. 100 avec K2 (significatif).

Dans la plante, l'apport de la fumure se traduit uniquement par des teneurs différentes en chlore (Tabl. VII), les niveaux en potassium par contre sont peu modifiés par les différentes doses de KCl appliquées.

Les corrélations partielles indiquent :

— que pour le symptôme (1) :

- la corrélation positive avec N disparaît lorsque les autres éléments sont pris constants (en particulier Cl),
- la corrélation positive avec Cl demeure pour tous les autres éléments pris constants ;

— que pour les symptômes (2 + 3 + 4) : la corrélation négative avec Cl demeure pour tous les autres éléments pris constants.

TABLEAU V. — Résultats des analyses foliaires
(Results of leaf analyses)

	Teneur en chlore (Chlorine content)		Teneur en potassium (Potassium content)		Teneur en azote (Nitrogen content)	
	KCl 0	KCl 1	KCl 0	KCl 1	KCl 0	KCl 1
N0	0,039	0,247	1,49	1,48	1,64	1,75
N1	0,036	0,275	1,37	1,56	1,64	1,69
N2	0,036	0,249	1,40	1,53	1,67	1,74

TABLEAU VI. — Pourcentage de plants atteints de
(P. 100 of plants affected by) Stem Bleeding

	KCl 0		KCl 1		KCl 2	
	(1)	(2 + 3 + 4)	(1)	(2 + 3 + 4)	(1)	(2 + 3 + 4)
N0	39,6/	4,4	58,9/	8,9	55,6/	7,7
N1	31,7/	21,6	48,7/	15,7	51,0/	9,2
N2	34,6/	24,5	49,5/	19,8	47,9/	9,6

(1) = Présence de boursouflures (Swellings).

(2 + 3 + 4) = Présence de traînées noires sur le stipe (Black streaks on the stem).

TABLEAU VII. — Incidence du stem-bleeding
en fonction des niveaux en potassium et en chlore
dans les feuilles — effet du chlore

(Incidence of Stem Bleeding according to levels of K and Cl in leaves ; effect of Cl)
(D.F. - L.A. - Oct. 1981)

	Teneur en chlore (Chlorine content)	Teneur en potassium (Potassium content)	P. 100 stem-bleeding
KCl0	0,046	0,686	20,0
KCl1	0,243	0,819	14,9
KCl2	0,412	0,892	8,8

Il apparaît donc que la manifestation du stem-bleeding est en relation directe avec le chlore et que, plus les teneurs en chlore sont élevées, moins l'incidence du stem-bleeding est forte.

Le tableau VI met en évidence que le pourcentage de plants présentant le symptôme de coussinet diminue quand les applications d'engrais azotés augmentent et qu'il augmente quand les apports d'engrais potassiques augmentent ou, en d'autres termes, avec des apports importants de KCl et faibles d'azote, le stade coussinet prédomine, l'évolution du stem-bleeding est bloquée ; par contre en condition de faible fumure potassique et de forte fumure azotée, c'est le stade stem-bleeding qui s'exprime et le pourcentage de plants avec coussinet diminue.

3. — Conclusion sur les deux essais de nutrition minérale.

Malgré l'éloignement, et le but quelque peu différent de ces deux essais, l'incidence du chlore sur le stem-bleeding est la même dans les deux situations. Cet anion joue un rôle prédominant dans l'expression des symptômes de stem-bleeding.

IV. — DISCUSSION

L'analyse des deux essais de fumure précédents apporte la preuve que le chlore est un élément essentiel dans la manifestation du stem-bleeding. Ce résultat est-il généralisable à l'ensemble des situations ? Turner [13] et Von Uexkull [14] signalent la même influence du chlore sur une plantation de Nord Sumatra. Dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire ce sont également dans des plantations d'hybrides à faible niveau en chlore que les cas de stem-bleeding sont apparus. On sait par ailleurs que le chlore est un élément qui réduit l'incidence des maladies. Sur cocotier, le *Pestalozzia* se développe de préférence lorsque la teneur en Cl⁻ des feuilles est faible [1]. L'application de chlorure d'ammonium, dans le sillon de semis, diminue l'incidence du piétin échaudage ainsi que celle de *Septoria* sp. et de *Puccinia striiformis* [9], de même le chlorure de sodium ou de potassium réduit la rouille jaune du blé [11]. Dans d'autres situations, par contre, le chlore ne semble pas être le facteur lié au développement du stem-bleeding. Aux Moluques, sur les champs de démonstration de Ternate et de Tidore plantés en 1978, les teneurs en potassium et en soufre sont faibles, mais les teneurs en chlore ne sont pas aussi faibles que dans les essais de nutrition minérale (de 0,214 à 0,279). Malgré cela, le stem-bleeding affecte de 17 à 30 p. 100 des cocotiers suivant la localité avec, respectivement, 4 et 2 p. 100 d'arbres morts. Dans cette région le déficit hydrique est habituellement très faible, la brusque sécheresse (870 mm de déficit hydrique) a déclenché le développement du stem-bleeding.

L'action prépondérante de la sécheresse sur le stem-bleeding a également été mise en évidence en Moyenne Côte d'Ivoire où, dans une même localité sur zone gravillonnaire, 26 p. 100 des cocotiers présentent les symptômes de stem-bleeding alors que 2 p. 100 seulement sont atteints en zone de bas-fond.

La sécheresse seule, même suivant une période sans déficit hydrique, ne déclenche pas obligatoirement le stem-bleeding à en juger par l'absence totale de symptôme sur les hybrides plantés en 1979 à Pasir Badak où le déficit hydrique a été de 730 mm en 1982. A l'opposé, en condi-

tion de très bonne pluviométrie (153 mm de déficit hydrique annuel au maximum, entre 1979 et 1982) le stem-bleeding peut se développer ; c'est le cas à Aek Pancur où 66 p. 100 des cocotiers ont manifesté des symptômes, légers et peu profonds, certes sans aucune conséquence sur le développement des arbres.

Dans ces deux dernières situations extrêmes, il apparaît que l'âge des arbres pourrait intervenir dans l'expression de la maladie, des cocotiers hybrides de 4 ans étant moins sensibles au stem-bleeding que des cocotiers âgés de plus de 6 ans.

Ces observations montrent que le régime hydrique a une influence importante sur le développement du stem-bleeding. Or, le chlore, du fait de sa nature hydrophile, augmente la pression osmotique cellulaire et permet la rétention de l'eau. Si l'analyse des différentes situations ne permet pas de démontrer les rôles respectifs du chlore et de la sécheresse, elle permet d'attribuer le développement du stem-bleeding à un déséquilibre existant entre ces deux facteurs, d'une part, et la nutrition azotée, d'autre part.

Depuis très longtemps le stem-bleeding a été considéré comme une maladie de faiblesse soumise à l'influence des conditions de milieu. En 1942 Salgado [12] mettait en évidence que la fumure d'une part, et des fortes pluies suivant une période de sécheresse prolongée d'autre part, entraînent l'apparition du stem-bleeding ; ces conclusions ont été reprises ensuite par Goonewardene [4]. Au niveau de la rétention en eau, la texture et la structure du sol jouent un rôle dans l'expression du stem-bleeding, mais le pH et la conductivité ne sont pas en relation avec la maladie [6]. Dans les exemples analysés dans cette étude, c'est plutôt la sécheresse suivant une période de bonne pluviométrie qui favorise l'expression du stem-bleeding.

CONCLUSION

Bien qu'il ne soit pas possible d'expliquer, avec certitude dans tous les cas, les facteurs en jeu dans le déterminisme

de la maladie, les expériences de nutrition minérale révèlent le rôle primordial du chlore et l'influence de l'azote ; et les observations mettent en évidence l'influence de la sécheresse. Ils confirment que le dessèchement met le cocotier dans une situation de faiblesse favorable au développement d'un parasite ou de plusieurs parasites omniprésents. Dans l'impossibilité d'agir sur les facteurs climatiques, le contrôle du stem-bleeding se fera par l'intermédiaire d'une maîtrise des teneurs en chlore des feuilles, ce qui, par voie de conséquence, entraînera une meilleure résistance à la sécheresse. Dans les situations de déficience en potassium, le chlore sera apporté sous forme de chlorure de potassium ; dans les situations où le potassium est en quantité suffisante, la meilleure façon et la moins onéreuse d'éviter les carences en chlore, sera d'apporter du chlorure de sodium. Les quantités seront fonction des résultats des analyses foliaires mais, à titre d'assurance, un apport annuel de 500 à 1 000 g de Na Cl paraît raisonnable pour éviter l'apparition de symptômes sévères ; les situations éloignées de la mer ou protégées des embruns, soit par une végétation épaisse soit par un relief accidenté, sont les plus exposées à cette carence en chlore.

Dans tous les cas, il s'agit d'une mesure préventive. Une intervention tardive bloquera les symptômes existants et évitera qu'ils ne s'étendent, mais son action ne sera pas immédiate. La teneur minimale en chlore au-dessus de laquelle les risques de stem-bleeding sont réduits se situe à 0,5 p. 100. C'est donc par une action préventive que se fera le contrôle du stem-bleeding. Les méthodes dites curatives, consistant à éliminer par curetage la zone pourrie du stipe, sont traumatisantes pour l'arbre, coûteuses et certainement d'un intérêt limité en raison de la réaction cicatricielle naturelle de l'arbre au contact de la pourriture et de la mortalité exceptionnelle consécutive au stem-bleeding.

Au rôle déjà connu du chlore sur la production, notamment au niveau du gain important enregistré sur le coprah par noix et sur la résistance à la sécheresse [7], s'ajoute un effet défavorable sur le développement du stem-bleeding ; le chlore est sans aucun doute un élément essentiel au maintien du potentiel de production du cocotier.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ALONZO J. C. and PALOMAR H. L. (1980). — Effect of seawater and seaweed salt on coconut gray leaf spot disease. *Philipp. J. Cocon. Stud.*, N° 5, p. 27-31.
- [2] BENIGNO D. A. (1976). — Diseases of coconut in the Philippines. *Philipp. J. Cocon. Studies*, N° 1, p. 5-13.
- [3] GOBERDHAN L. C. (1961). — Coconut diseases in Trinidad and Tobago. 1-Bleeding Stem. *J. Agric. Soc. Trinidad Tobago*, 61, N° 1, p. 33-38.
- [4] GOONEWARDENE H. (1955). — Stem-bleeding of coconuts. *Ceylon Cocon. Quart.*, N° 6, p. 89-96.
- [5] MAHINDAPALA R. (1978). — Pest and diseases of coconut and their control. *Ceylon Cocon. Quart.*, N° 29, p. 27-102.
- [6] MATHEW A. S. and RAMANANDAN P. L. (1980). — Incidence of stem-bleeding disease of coconut palm in relation to pH and electrical conductivity of soils. *J. Plant. Crops*, N° 8, p. 40-42.
- [7] OLLAGNIER M., OCHS R., POMIER M. et TAFFIN G. de (1983). — Action du chlore sur le cocotier hybride PB-121 en Côte d'Ivoire et en Indonésie. Développement, tolérance à la sécheresse, production. *Oléagineux*, 38, N° 5, p. 309-321.
- [8] PETCH T. (1908). — The bleeding stem disease of the coconut tree in Ceylon. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, N° 109, p. 108-109.
- [9] POWELSON R. L., JACKSON T. L. and CHRISTENSEN N. W. (1983). — Enhance suppression of take-all root rot of wheat with chloride fertilizers. *Fourth Internat. Congress of Plant Pathol.*, Melbourne, August 17-24.
- [10] RADHAKRISHAN T. C. and NEELAKANTAN POTTI (1980). — Varietal reaction to coconut stem bleeding disease. *Agric. Res. J. Kerala*, 18, p. 118-119.
- [11] RUSSEL G. E. (1978). — Some effects of applied sodium and potassium chloride on yellow rust in winter wheat. *Annals Appl. Biol.*, N° 90, p. 163-168.
- [12] SALGADO M. L. M. (1942). — Note on physiological stem-bleeding of mature coconut palms. *Trop. Agricist*, N° 98, p. 31-35.
- [13] TURNER P. D. (1982). — Practical aspects of integrated pest control in a multicrop group. *Perak Planters' Assoc. J.*, p. 35-41.
- [14] VON UEXKULL H. R. (1984). — Chlorine in the nutrition of palm trees. *Oléagineux (à paraître)*.

SUMMARY

Performance of the Yellow Dwarf × West African Tall hybrid coconut with regard to Stem Bleeding in Indonesia. Revelation of the role of chlorine in the expression of symptoms.

J. L. RENARD, D. BRAHMANA, F. ROGNON, *Oléagineux*, 1984, 39, No. 6, p. 311-319.

Stem Bleeding, an abnormality known on coconut since 1906, and observed throughout the intertropical zone, also affects the PB-121 hybrid coconut (MAWA). Observations were made in Indonesia, where the percentage of coconuts affected and the severity of symptoms vary according to regions. Two mineral nutrition experiments reveal the prime importance of chlorine in the appearance of Stem Bleeding, but climatic factors also play a role in the expression of symptoms. Stem Bleeding appears rather as a physiological disorder favouring the appearance of a weakness parasite (in this case *Thielaviopsis paradoxa*) than as a real disease.

RESUMEN

Comportamiento del cocotero híbrido Enano Amarillo × Grande Oeste Africano, ante el Stem Bleeding en Indonesia. Evidencia del papel del cloro en la manifestación de los síntomas.

J. L. RENARD, D. BRAHMANA, F. ROGNON, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 6, p. 311-319.

El Stem Bleeding, que es una anomalía conocida en el cocotero desde 1906, y se da en toda el área intertropical, también hace estragos en el cocotero híbrido PB-121 (MAWA). En Indonesia, donde se hizo las observaciones, el porcentaje de cocoteros afectados y el carácter de gravedad de los síntomas son variables según las comarcas. Dos experimentos de nutrición mineral muestran el papel sumamente importante del cloro en la aparición del stem-bleeding, pero los factores climáticos también desempeñan un cierto papel en la manifestación de los síntomas. Stem Bleeding parece más bien un desorden fisiológico que favorece la instalación de un parásito de debilidad, en este caso *Thielaviopsis paradoxa*, que una enfermedad propiamente dicha.

Performance of the Yellow Dwarf × West African Tall hybrid coconut with regard to Stem Bleeding in Indonesia

Revelation of the role of chlorine in the expression of symptoms

J. L. RENARD (1), D. BRAHMANA (2), F. ROGNON (2)

INTRODUCTION

Stem Bleeding exists throughout the coconut-growing area. The symptom of bleeding on the stem was first noted by Petch in 1906 in Ceylon [5, 8], and has been described in India [10], the Philippines [2] and Trinidad [3]. It is in fact observed in all plantations and on all continents. Its influence on yield has never been accurately studied, but it is certain that in cases of severe symptoms, yield may be affected, and that, as a result of deep lesions in the stem, the life of the coconut may be in danger.

All coconut cultivars are more or less affected by Stem Bleeding; however, differences in performance have been observed on the Pilicode Research Station in India [10]. According to varieties, 0 p. 100 (Mysore) — 45 p. 100 (Philippines) of coconuts display symptoms. The origin of Stem Bleeding has not been established with certainty. *Thielaviopsis paradoxa* (Seynes) or *Ceratostomella paradoxa* is frequently associated with lesions of the stem, but many authors hold climatic and agricultural conditions responsible for the development of the fungus.

The appearance of Stem Bleeding on the Dwarf × West African Tall hybrid in different locations in Indonesia, and in mineral nutrition experiments, has enabled us to analyze the factors involved in the appearance of this abnormality.

I. — SYMPTOMS

1. — Description of symptoms.

The first symptom of Stem Bleeding is a more or less extensive blackish patch on the stem, between 20 and 150 cm above ground

level. Blackish-brown liquid may run out of the middle of this patch and blacken the stem for a few centimetres to over 50 cm (Fig. 1). The orifice from which the liquid oozes is generally natural, resulting from a crack caused by the growth of the stem rather than from a wound or insect damage.

These irregular streaks, usually soot-coloured and sometimes brownish-red, correspond to light-brown to black rot of stem tissues, with a brownish-orange area around the edge (Fig. 2). This irregularly-shaped rot affects a large proportion of the stem, and it is not necessarily reflected by the extent of the external symptoms; in particular, this rot inside the stem extends above the highest external black patch. With age, this rot becomes fibrous, and the cavity that is formed sometimes contains a clear liquid under pressure, which gushes out if the bark is punctured with a knife.

Broken lower leaves that are sometimes observed are not necessarily symptomatic of Stem Bleeding. This phenomenon is essentially linked to climatic factors, particularly rainfall. When the water deficit is high, the lower leaves of a coconut already affected by Stem Bleeding break and hang down the stem; this is true of all factors contributing to lowered drought resistance (gravelly horizon in the soil); however, there are no leaf symptoms when rainfall is evenly distributed and the water deficit low or nil.

Nutfall, sometimes observed on trees affected by Stem Bleeding, is also the result of severe drought, superimposed on the general weakening of the coconut by internal rot.

In extreme cases, internal infection is so extensive that the stem may break. However, these cases are exceptional.

The stage of development of symptoms gives way to a phase of stabilization of the rot, during which the discharge on the stem stops, and internal tissues dry out progressively. A cross-section of the stem at the level of the dry, blackish discharge, reveals a brown to light-brown or grey lesion, fibrous and dry. And the end of the drying out period, the fibres become brittle, and the parenchyma disintegrates, leaving a wide cavity, whose sides consist of a brown, very hard scar area, covered at the bottom with a mould resulting from the decomposition of the stem.

(1) Phytopathology Department, I.R.H.O., B. P. 8, Dabou (Ivory Coast).

(2) Pusat Penelitian Kelapa (Coconut Research Centre), Sumatera Utara, P. O. Box 16, Galang (Indonesia).

Sometimes this cavity can be seen directly on the stem (Fig. 3), and sometimes it is still hidden by a thin, fragile skin of the stem « bark », which breaks with the slightest pressure of the thumb. The absence of exudation and the drying of rotten tissues are the two signs that Stem Bleeding has stopped, and that the coconut is almost completely cured. It is common to observe coconuts with part of their stem missing, without their development being affected, although it is obvious that such trees have a lowered wind resistance.

2. — Variant of symptoms.

Swellings develop quite frequently on the stems of Dwarf coconuts (Red Dwarf, Yellow Dwarf), and also on the Dwarf × Tall hybrid. These swellings contain sticky, granular concretions, light brown at first, then black, and about 1-3 cm thick (Fig. 4). There is never a blackish discharge, and this pad does not always correspond to a natural crack in the stem; there are also many cracks which never develop into pads. These symptoms may be the initial sign of the dormant state of a deeper rot, leading to Stem Bleeding. This symptom has not been observed on Tall, and the Dwarf × Tall hybrid appears to have inherited this anomaly from its Dwarf parent.

3. — Organisms associated with Stem Bleeding.

Ceratocystis paradoxa is the predominant fungus in rotten areas. The final form develops slowly on a malt medium containing penicillin. On gelose water, perithecia appear on the fragment isolated. The *Thielaviopsis paradoxa* form is also present, as are other fungi such as *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Basidiomycetum* mycelium and bacteria.

According to the stage of rot at which samples are taken, the results of isolations vary, revealing a total absence of *C. paradoxa* or *T. paradoxa*; bacteria predominate, accompanied by *Trichoderma viride*. It has not been possible to isolate *Ceratocystis paradoxa* from the pads.

II. — INCIDENCE OF STEM BLEEDING IN PLANTATIONS

The development of Stem Bleeding was monitored in Indonesia on the PB-121 hybrid in various localities during 1983. Table I shows the results of observations made in four localities planted with the hybrid. These observations were performed under industrial plantation conditions, based on symptoms of blackish discharge on the stem.

The apparent reduction of cases of Stem Bleeding in trial CC 1 at Bergen is due to the fact that many cases noted in February 1983 had disappeared by August 1983. Out of 90 cases of Stem Bleeding noted in April 1983 in the Bangun-Purba trial, only 27 cases are still easily visible, and five new cases have appeared without any discharge; 63 cases have become benign and disappeared. It may therefore be estimated that :

- 70 p. 100 of necroses are completely cured (63 cases out of 90),
- 11 p. 100 are partially healed (10 cases),
- 19 p. 100 of necroses have not developed further (17 cases).

In West Java, the incidence of Stem Bleeding is extremely low. On 1979 plantings at Pasir Badak, no symptoms have been observed, despite a very severe drought in 1982; on hybrids planted in 1977 at Kelapa Nunggal, only traces of Stem Bleeding can be observed.

In Lampung, Stem Bleeding has developed mainly on the Bergen plantation; at Kalianda, on the oldest coconuts (1979), we noticed pad-like swellings containing gums on the stem. This symptom is rare, and it is known elsewhere, but here it does not develop into Stem Bleeding.

At Padang-Ratu, a single case of Stem Bleeding (superficial) was observed on 1979 plantings. There are also a few pad-like swellings on the stems, without development in depth. The Stem Bleeding problem here seems very slight, and without economic repercussions.

On the LPTI Station, the hybrids show a few slight symptoms of Stem Bleeding, and sticky pads; these are also found on all the Dwarfs especially the Nias Dwarfs. On the Takome Tall, symptoms of Stem Bleeding are very pronounced.

In the Moluccas, attacks of Stem Bleeding have been particularly serious at Ternate and Tidore, where, for example, with a water deficit of 871 mm in March 1983, out of 261 living trees, 95 (36.4 p. 100) have been affected by Stem Bleeding, 37 of which (14.2 p. 100) have been severely affected and 10 (3.8 p. 100) are dead.

In both places, despite very high water deficits, the percentages of plants affected do not reach the level observed at Aek-Pancur (66 p. 100), where the water deficit is very low; however, they exceed the percentages of sick plants recorded at Bergen (high water deficit) and Bangun-Purba (low deficit). The main difference between places lies in the death of trees.

It already appears that it is not the incidence of Stem Bleeding but its seriousness that is linked to the water deficit. Coconuts weakened by Stem Bleeding may die if exposed to a very severe water deficit, although this never happens when the water deficit is low.

Stem Bleeding also appears in comparative trials of different hybrids at Bangun-Purba (North Sumatra), planted in 1978. Table II shows the incidence of the disease in varieties tested. Although differences are slight, it should be noted that the percentage of Stem Bleeding is always higher on hybrids with the MYD.

III. — ROLE OF MANURING

The distribution of symptoms of Stem Bleeding according to manuring has been studied in two mineral nutrition trials. So that the phytosanitary condition can be accurately analyzed, five categories have been defined for characterizing symptoms :

- 0 — healthy tree,
- 1 — pad-like swelling on the stem,
- 2 — Stem Bleeding, a single small, round, dry black patch (less than 3-4 cm in diameter),
- 3 — Stem Bleeding with discharge on the stem in only one place,
- 4 — Stem Bleeding with blackish discharge in several places on the stem.

Each coconut receives the rating corresponding to the symptoms observed; e.g., a coconut rated 4 will count four times more than a coconut rated 1. In each case, only the highest-ranking symptoms are counted.

1. — Bangun-Purba — Trial CC 1.

This trial, planted in 1977 using a 3³ (N, P, Mg) experimental design, subdivided into KCl 0 and KCl 1, includes cases of Stem Bleeding, whose incidence according to manures is shown in Table III. It should be noted that the method of observation is stricter than that used for routine censuses in plantations, as indicated in Table I.

It appears that high doses of nitrogen favour the expression of Stem Bleeding, whereas high doses of potassium chloride reduce it.

The percentage of plants affected according to N and K applications (and according to whether useful trees or the total number of trees in the experimental plots are considered) is given in Table IV.

The differences between KCl 0 and KCl 1 are significant in both situations (useful trees and total trees); for nitrogen the differences are not significant unless the entire experimental plot is considered.

When these results are compared with analyses of different elements in leaves (Table V), it may be noticed that it is the chlorine applied in potassium fertilizer that is involved in a very significant way in the expression of Stem Bleeding.

2. — Bergen — Trial CC 1.

Experimental design 3³ N, P, Cl, subdivided for Mg. On the same bases as for the previous trial, the percentages of plants affected by Stem Bleeding per type of symptom, according to manuring, are given in Table VI.

It may be noticed that the higher the dose of nitrogen fertilizer, the higher the incidence of Stem Bleeding, whereas the incidence decreases when the amount of potassium fertilizer is increased. Statistical analysis shows a significant increase of about 30 p. 100 in the number of case (1) noted for treatments K1 and K2, and, on the contrary, a decrease in the number of cases (2 + 3 + 4) : — 13 p. 100 with K1 and — 36 p. 100 with K2 (significant).

In the plant, the influence of manuring is shown only by different chlorine contents (Table VII); potassium levels are little affected by the different doses of KCl applied.

Partial correlations indicate that :

— for symptom (1) :

- the positive correlation with N disappears when the other elements are taken as constants (especially Cl),
- the positive correlation with Cl remains when all other elements are taken as constants ;

— for symptoms (2 + 3 + 4) the negative correlation with Cl remains when all other elements are taken as constants.

It therefore appears that the appearance of Stem Bleeding is directly linked to chlorine, and that incidence of Stem Bleeding decreases with increasing doses of chlorine.

Table VI shows that the percentage of plants displaying sticky pads decreases when applications of nitrogen fertilizer increase, and that it increases when doses of potassium fertilizer increase; in other words, with high doses of KCl and low doses of nitrogen, the pad stage predominates, whereas with a low rate of potassium fertilizer and a high rate of nitrogen, the Stem Bleeding stage is expressed, and the percentage of plants with pads decreases.

3. — Conclusions drawn from the two mineral nutrition trials.

Despite the distance between them, and the slightly different aims of these two trials, the influence of chlorine on Stem Bleeding is the same in both places. This anion plays a dominant role in the expression of Stem Bleeding symptoms.

IV. — DISCUSSION

Analysis of the two above-mentioned manuring trials provides proof that chlorine is an essential element in the manifestation of Stem Bleeding. Can this result be applied as a general rule to all localities? Turner [13] and Von Uexkull [14] have observed the same influence of chlorine in a plantation in North Sumatra. In the South-West Ivory Coast, cases of Stem Bleeding have also appeared in plantations of hybrids with low chlorine contents. It is also known that chlorine is an element that reduces the incidence of disease. On coconut, *Pestalozzia* develops preferentially when leaf Cl⁻ contents are low [1]. Ammonium chloride application in the seed furrow decreases the incidence of take-all, as well as that of *Septoria* sp. and *Puccinia striiformis* [9], and sodium or potassium chloride reduces yellow rust in wheat [11]. However, in other places chlorine does not seem to be the factor linked to the development of Stem Bleeding. In the Moluccas, on the Ternate and Tidore Demplots planted in 1978, potassium and sulphur contents are low, but chlorine contents are not as low (0.214-0.279 p. 100) as in the mineral nutrition trials. In spite of this, Stem Bleeding affects 17-30 p. 100 of the coconuts, according to location, with 4 and 2 p. 100 of dead trees, respectively. In this region, the water deficit is generally very low, and the sudden drought (870 mm water deficit) triggered off the development of Stem Bleeding.

The dominant role of drought in Stem Bleeding has also been revealed in the Mid Ivory Coast, where in the same locality 26 p. 100 of coconuts planted in a gravelly zone show symptoms of Stem Bleeding, as opposed to only 2 p. 100 affected in a valley bottom.

Drought alone, even following a period without a water deficit, does not necessarily trigger off Stem Bleeding, to judge by the total absence of symptoms on the hybrids planted in 1979 at Pasir Badak, where the water deficit was 730 mm in 1982. On the contrary, with very good rainfall (153 mm maximum annual water deficit between 1979 and 1982), Stem Bleeding may develop, as was observed at Aek Pancur, where 66 p. 100 of coconuts have shown slight, superficial symptoms, although these have had no effect on the trees' development.

In the two extreme situations mentioned above, it appears that the age of the trees could be involved in the expression of the disease, and that 4 year-old hybrids are less sensitive to Stem Bleeding than coconuts more than 6 years old.

These observations show that the rainfall pattern has an important influence on the development of Stem Bleeding. On account of its hydrophilous nature, chlorine increases cellular osmotic pressure, and permits water retention. Although the analysis of the different situations does not enable the respective roles of chlorine and drought to be demonstrated, it does enable the development of Stem Bleeding to be attributed to an imbalance between these two factors on the one hand, and nitrogen nutrition on the other.

Stem Bleeding has long been considered as a weakness disease subject to the influence of environmental conditions. In 1942 Salgado [12] revealed that manuring on the one hand, and heavy rains following a prolonged drought on the other, led to the appearance of Stem Bleeding; these conclusions were later taken up again by Goonewardene [4]. With regard to water retention, soil structure and texture play a role in the expression of Stem Bleeding, but pH and conductivity are not related to the disease [6]. In the examples analyzed in this study, it is drought following a period of satisfactory rainfall that tends to favour the expression of Stem Bleeding.

CONCLUSION

Although it is not always possible to explain with certainty the factors involved in determining the disease, mineral nutrition experiments have revealed the essential role of chlorine and the influence of nitrogen in Stem Bleeding; observations have revealed the influence of drought. They confirm that drought induces weakness in the coconut favourable to the development of a parasite or several omnipresent parasites. Since climatic factors cannot be changed, Stem Bleeding can be controlled by accurate monitoring of leaf chlorine contents, leading to better drought resistance. In cases of potassium deficiency, chlorine will be applied as potassium chloride, and when potassium is sufficient, the best and least costly way of preventing chlorine deficiency is by applying sodium chloride. Amounts applied will depend on the results of leaf analyses, but as an insurance, an annual application of 500-1,000 g NaCl seems reasonable to avoid the appearance of severe symptoms; places far from the sea or sheltered from sea spray by thick vegetation or hilly ground are the most exposed to this chlorine deficiency. In any case, this is a preventive measure. Late intervention will block existing symptoms and prevent them from spreading, but it will not have an immediate effect. The minimum chlorine content, above which risks of Stem Bleeding are reduced, is about 0.5 p. 100. Stem Bleeding should therefore be controlled by preventive action. So-called curative methods, consisting of scraping out the rotten part of the stem, traumatize the tree, are expensive, and have a limited advantage on account of the tree's natural cicatricial reaction to contact with Stem Bleeding, and the rarity of deaths from this disease.

The adverse effect of chlorine on the development of Stem Bleeding may be added to its known role in yield, especially the considerable increase recorded in copra/nut, and in drought resistance [7]; chlorine is undoubtedly essential to the maintenance of the yield potential of the coconut.