

Le cocotier et l'aménagement des bas-fonds en Moyenne Côte-d'Ivoire

T. DARBIN (1), M. POMIER et G. de TAFFIN (1)

Résumé. — Dix années de recherches sur quatre points d'essais situés à l'intérieur de la Côte-d'Ivoire et sept années de vulgarisation auprès des planteurs villageois de cette même région pour la réalisation d'un programme de plantation de 2 500 ha, ont permis de mettre en évidence des zones très favorables à la culture du cocotier. Celles-ci sont situées sur les bas de pente en bordure de bas-fonds hydromorphes. Le sol est sableux et pourvu d'une nappe phréatique peu profonde qui assure aux cocotiers une alimentation hydrique complémentaire pendant la saison sèche. Cette bande favorable à la culture du cocotier a environ 50 m de large. Le cocotier peut donc avoir sa place dans une ferme à côté du riz cultivé dans le bas-fond, qui a l'avantage de stabiliser le niveau de la nappe phréatique. Le café et le cacao sont cultivés sur le plateau aux sols plus argileux. Des cultures vivrières peuvent être associées au cocotier au jeune âge, auxquelles succédera ultérieurement une couverture de *Pueraria* utilisable pour le pâturage des moutons. Dans de telles situations, le cocotier hybride PB-121 produit 3 t de coprah/ha ; la journée de travail est valorisée à 1 800 F. CFA. Une prospection, faite en Moyenne Côte-d'Ivoire, a montré l'existence d'environ 800 000 ha de terres cultivables en cocotiers dans les conditions décrites ci-dessus.

I. — INTRODUCTION

Le présent article fait suite à ceux publiés précédemment sur la résistance à la sécheresse des différents hybrides de cocotiers [Pomier, de Taffin, 1982-1], et sur la carence en chlore en Moyenne Côte-d'Ivoire [*Ibid*-2]. Nous avons vu que le cocotier a été introduit dans l'intérieur du pays en vue de diversifier les ressources agricoles de cette région, dominée jusqu'alors par l'exploitation de la forêt et la culture du café et du cacao. Les recherches entreprises à partir de 1973 et la réalisation, de 1976 à 1980 d'une première tranche de 2 500 ha de plantations villageoises, ont montré que la culture du cocotier était possible en Moyenne Côte-d'Ivoire, à condition de respecter des normes strictes. Celles-ci doivent permettre de faire face aux conditions climatiques difficiles qui prévalent dans cette région, notamment durant la saison sèche quand souffle un vent sec venant du désert du Sahara, l'harmattan (déficit hydrique élevé, hygrométries et températures basses).

Parmi ces normes à respecter la plus importante est la recherche d'un sol pourvu d'une nappe phréatique peu profonde.

De telles situations sont nombreuses dans cette région car la topographie est vallonnée et chaque fond de vallée est parcouru par un marigot plus ou moins permanent qui assure la constance de la nappe phréatique.

Il a donc été possible d'imaginer un aménagement des bas-fonds intégrant le cocotier et d'autres cultures à l'intérieur d'une petite exploitation villageoise de quelques hectares.

II. — AMÉNAGEMENT DES BAS-FONDS

1. — Toposéquence.

En Moyenne Côte-d'Ivoire, un bas-fond comprend un marigot qui coule au milieu d'une zone marécageuse large de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Cette zone est plate et encombrée d'une végétation caractéristi-

que à base de Palmiers raphia et de Fougères. Le sol est formé de sables hydromorphes, reposant sur un plancher argilo-sableux à argileux, à faible profondeur. C'est le bas-fond proprement dit (Fig. 1, 2).

Au-dessus, nous trouvons les sols de bas de pente à texture sableuse avec hydromorphie peu profonde en bordure du bas-fond. Cette texture devient sablo-argileuse plus ou moins gravillonnaire en remontant le long de la pente pour arriver aux sols argilo-sableux des plateaux.

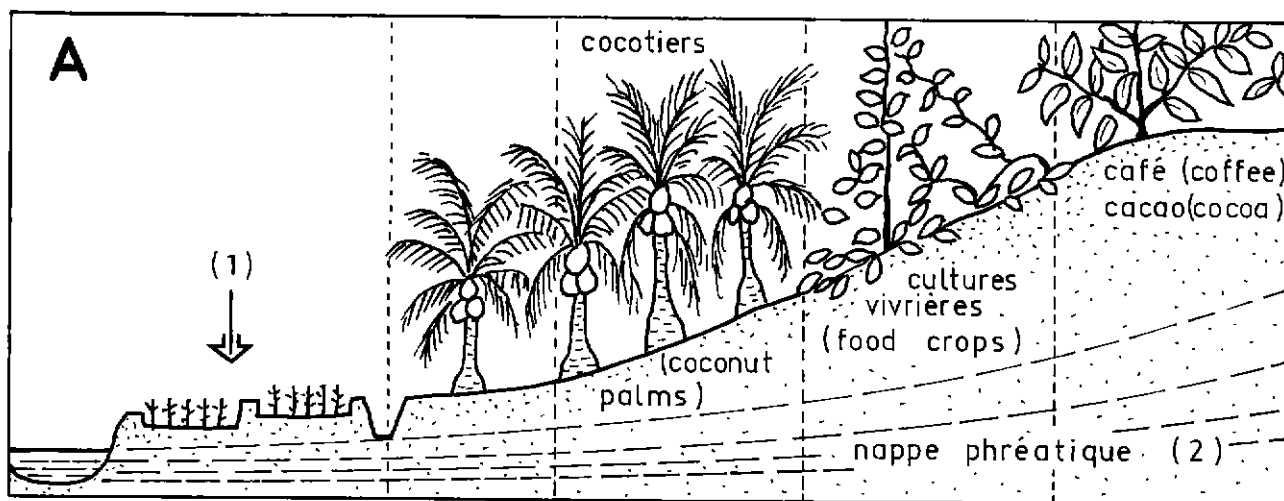
Le niveau de la nappe phréatique dépend de la saison, sèche ou pluvieuse. Ces variations sont faibles dans le bas-fond car en zone forestière le marigot est alimenté par les réserves en eau des collines voisines, et le battement est de quelques dizaines de centimètres seulement en raison d'une pluviométrie moins abondante et assez bien répartie sur une période de 8 mois (rarement des mois supérieurs à 300 mm, alors qu'en Basse Côte-d'Ivoire le mois de juin dépasse facilement 600 mm). En bordure du bas-fond la nappe est proche de la surface du sol et le battement reste faible. Au fur et à mesure que l'on remonte le long de la pente, la nappe s'enfonce et le battement augmente considérablement.

Les bordures de bas-fond et les bas de pente à sol

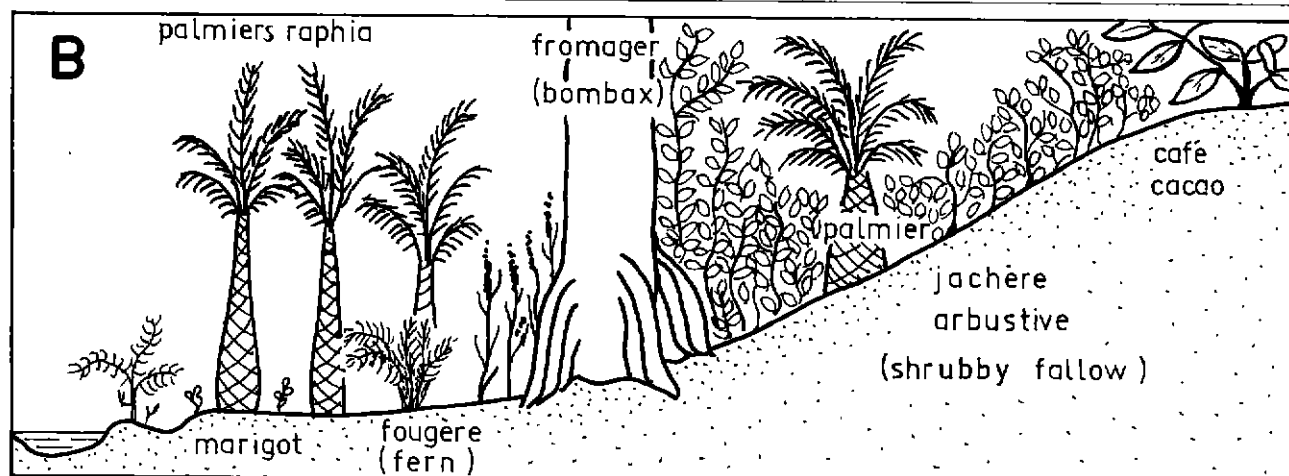


FIG. 1. — Bas de pente avant aménagement (Foot slope before improvement).

(1) I.R.H.O., Station Marc-Delorme. 07, B.P. 13, Abidjan 07 (Côte-d'Ivoire).



Sols (Soils)..... hydromorphe (hydromorphic)		peu évolué (immature)	ferrallitique (ferrallitic)	
Minéral		Non climatique	Faiblement ou moyennement désaturé (Slightly or moderately desaturated)	
à gley	à pseudogley	d'apport colluvial (colluvial deposit)	appauvri, modal ou remanié (impoverished, modal or reworked)	remanié, modal ou avec recouvrement (reworked, modal or with overlap)
peu profond ou lessivé (shallow or leached)	de surface ou lessivé (on surface or leached)	hydromorphe ou modal (hydromorphic or modal)	remanié, appauvri (reworked, impoverished) typique, appauvri (typical, impoverished)	typique, modal ou remanié (typical, modal or reworked)
Sols de (Soils) :		Pente inférieure (Lower slope)	Mi-pente (Mid-slope)	Haut de pente et de plateau (Top-slope and plateau)
Bas-fond (Valley bottom)	Bas de pente (Foot-slope)			
S (*) SG 50 à 100 m AS		S (*) 200 m AS	SA (*) 100 m AS	AS (*)
gris (grey) blanc (white) (Chroma < 2)		jaune pâle (pale yellow) brun pâle (pale brown) (Chroma = 2-3)	brun-jaune (brown-yellow) jaune-brun (yellow-brown) brun vif (vivid brown) (Chroma ≥ 4)	brun-jaune (brown-yellow) brun vif (vivid brown) brun foncé (dark brown) brun-rouge (red-brown) rouge (red) (Chroma ≥ 4)
Engorgement permanent ou temporaire du profil (Permanent or temporary waterlogging of the profile) Nappe phréatique peu profonde (High water table)		Engorgement en bas de profil (Waterlogging at bottom of profile) Nappe phréatique profonde (Deep water table) (2 m)	Taches ferriques dans les horizons argileux compacts dues à la mauvaise circulation de l'eau de pluie (Iron stains in compact clay horizons due to poor circulation of rain water)	
Eventuellement, graviers de quartz en bas de profil et au-dessus de l'horizon argileux (Possibility of quartz gravel at bottom of profile and above clay horizon)			Présence de gravillons latéritiques, quantité et profondeur variables (Lateritic gravel at varying depths and in varying quantities)	



sableux sont occupés par une végétation à base de palmiers à huile et de fromagers avec une strate basse arbustive à base d'*Eupatorium* lorsque le terrain a déjà été cultivé.

Les hauts de pente et les plateaux sont occupés par la forêt. Celle-ci est souvent remplacée par des plantations de cacaoyers et de caféiers, qui ne se rencontrent jamais dans les bas de pente à cause de la proximité de la nappe phréatique.

2. — Aménagement possible (Fig. 3).

Les bas-fonds peuvent être aménagés en rizières sur lesquelles il est possible de faire deux récoltes par an.

Les bordures de bas-fond et les bas de pente à texture sableuse sont peu utilisés. En moyenne Côte d'Ivoire, 85 p. 100 de la surface de ce type de sol sont occupés par la forêt secondaire. Les cultures vivrières y viennent bien et, jusqu'à maintenant, c'était la seule utilisation possible. Mais les expériences ont montré que le cocotier y donne de bons rendements, comparables à ceux obtenus en Basse Côte-d'Ivoire le long du littoral. Ceci, grâce à la nappe phréatique proche de la surface qui joue un rôle compensateur du déficit hydrique et également par un effet d'oasis, c'est-à-dire une augmentation importante de l'hygrométrie sous la cocoteraie, en saison sèche quand l'hygrométrie ambiante devient très basse. Il faut noter également que le *Pueraria* utilisé comme plante de couverture reste vert toute l'année, ce qui permet son utilisation éventuelle comme pâturage lorsque la cocoteraie est suffisamment âgée.

Il est donc permis de concevoir en Moyenne Côte-d'Ivoire un modèle d'exploitation villageoise de polyculture comprenant :

- dans le bas-fond : 1 ha de rizière,
- en bordure de bas-fond : 2 à 4 ha de cocotiers, avec un petit séchoir à coprah à proximité,
- à mi-pente, au-dessus des cocotiers : 2 à 3 ha de cultures vivrières et fourragères (*Bracharia* et *Stylosanthes*),
- en haut de pente et sur le plateau : 2 à 4 ha de caféiers et cacaoyers,
- un troupeau d'une vingtaine de moutons utilisant le *Pueraria* qui pousse sous les cocotiers et le *Bracharia*.



FIG. 3. — Aménagement du bas-fond en rizière (au 1^{er} plan), et du bas de pente en cocoteraie (au 2^e plan) (Valley bottom planted with rice - foreground -, and foot slope with coconut - background -)

Il faut noter que de telles exploitations de polyculture sont déjà en cours de réalisation dans les régions de Gagnoa, Daloa et Abengourou.

III. — INTÉRÊT D'UN TEL TYPE D'EXPLOITATION

L'intérêt d'un tel type d'exploitation villageoise se situe à plusieurs niveaux.

1. — Niveau du paysan.

Le cocotier s'intègre bien aux autres cultures, les temps de travaux étant compatibles et les pointes saisonnières décalées les unes par rapport aux autres :

	<i>activité maximale</i>
— café et cacao :	octobre à mars,
— cocotier :	avril à octobre,
— riz et autres cultures vivrières :	mars à décembre.

Le cocotier assure une diversification des sources de revenu, écartant les dangers de la monoculture.

Le cocotier assure un revenu constant dans l'année, le cacao et le café étant vendus en mars alors que le cocotier donne 85 p. 100 de ses revenus de mai à novembre.

Le régime alimentaire du paysan est amélioré par la consommation de noix de coco (produit vivrier riche en protéines avant d'être un produit industriel) et par l'élevage du mouton.

Il faut noter également que pendant les 2 ou 3 premières années le cocotier est associé à des cultures vivrières intercalaires comme le maïs, l'arachide, l'igname ou la patate douce, et bénéficie ainsi de l'entretien apporté à ces cultures. La plantation des cocotiers doit donc être faite par petites tranches de 0,5 à 1 ha. En fin de cycle vivrier, une couverture de *Pueraria* est installée pour contrôler les adventices et assurer l'alimentation azotée des cocotiers.

2. — Niveau national.

Sur le plan national, le cocotier participe à l'aménagement du terroir en permettant la mise en valeur de sols peu utilisés jusqu'à maintenant. Ceux-ci peuvent fournir annuellement **1,8 t d'huile à l'hectare**, chiffre très important si l'on considère les surfaces cultivables en Moyenne Côte (voir § VI) et le déficit en huile de la Côte-d'Ivoire, prévisible dès l'horizon 1990 si rien n'est fait pour stimuler la production des oléagineux. Dans la région Centre où le palmier à huile ne peut être développé de façon importante, le cocotier arrive loin devant les oléagineux annuels qui ne fournissent que **600 kg d'huile/ha/an**.

IV. — NORMES TECHNIQUES POUR LE COCOTIER

Les trois principaux facteurs qui assurent la réussite d'une plantation de cocotiers sont :

- le choix du sol,
- le choix de la variété la mieux adaptée,
- le contrôle de la nutrition minérale.

FIG. 2. — Bas-fond avant [B] et après [A] aménagement (A valley bottom before [B] and after [A] improvement).

(1) Bas-fond aménagé en rizière (Valley bottom cultivated as a paddy field).

(2) Water table in dry season.

(*) S : sableux (sandy) — SG : sableux gravillonnaire (sandy gravelly) — AS : argilo-sableux (sandy-clay) — SA : sablo-argileux (clayey-sand).

1. — Le choix du sol.

Il faut installer les cocotiers de telle sorte qu'ils puissent bénéficier de la nappe phréatique en saison sèche, sans toutefois être asphyxiés pendant la saison des pluies.

Le sol favorable au cocotier est donc un sol en bordure de bas-fond ou de bas de pente, sableux, sans trace d'hydromorphie dans les 50 premiers centimètres du profil, non gravillonnaire, avec une nappe phréatique située entre 1 et 3 m de profondeur en saison sèche.

En pratique le point le plus bas est déterminé à la tarière pour repérer à quelle profondeur apparaissent les premières traces d'hydromorphie. Le point le plus haut, le plus souvent situé à moins de 100 m du précédent, est déterminé par la différence d'altitude avec le premier point. Le deuxième point doit, en effet, être situé au plus à 2 m au-dessus du premier. Un sondage à la tarière permet de contrôler l'absence de gravillons.

Afin de réduire l'engorgement du sol en saison des pluies, des drains sont creusés dans la partie la plus basse. Il faut toutefois remarquer que dans les zones à pluviométrie excessive, il n'est pas possible d'utiliser les bordures de bas-fonds. La pratique a montré en effet qu'une pluviométrie supérieure à 300 mm/mois provoque l'asphyxie du sol. C'est ce qui se passe en Basse Côte où les pluies du mois de juin dépassent souvent 600 mm, ou dans l'Ouest (région de Toulepleu, Danane) pour les pluies de septembre.

2. — La variété de cocotier.

Les critères pour le choix de la variété sont :

- l'adaptation au milieu, en particulier la résistance à la sécheresse,
- la résistance aux maladies du jeune âge,
- la précocité d'entrée en production,
- la production élevée à l'âge adulte.

Les expériences réalisées dans la région de Gagnoa à 120 km de la mer sur terrain argileux, avec une nappe phréatique profonde, dans des conditions plus difficiles que les bordures de bas-fond, montrent la supériorité du

cocotier hybride PB-121 sur le cocotier Local et les autres hybrides [Pomier et de Taffin - 1] dont les résultats ont été confirmés lors de la saison sèche 1981/1982.

La résistance aux maladies du cocotier dans le jeune âge, blast et pourriture sèche du cœur, est aussi un autre critère important car ces maladies sévissent dans l'intérieur de la Côte-d'Ivoire. Des études faites en 1975 et 1976 par Quillec, Morin, Renard et Mariau [3] ont montré la supériorité du cocotier PB-121 sur les autres hybrides et sa résistance égale à celle du cocotier Local. L'emploi du PB-121, joint à de bonnes techniques agronomiques, permet de ramener le taux de mortalité à moins de 5 p. 100.

De plus, par la forme de sa noix, il est plus résistant aux attaques d'*Aceria (Eriophyes guerreronis)* que le cocotier Local.

La précocité d'entrée en production et la production élevée à l'âge adulte sont obtenues avec les croisements Nain par Grand. Le PB-121 se révèle le plus intéressant en conditions difficiles comme la Moyenne Côte-d'Ivoire. Il commence à produire pendant la 5^e année, alors que le cocotier Local bien cultivé ne donne pas avant 6-7 ans, et son plafond de production est plus élevé, comme le montrent les résultats de production des 5 champs de comportement installés sur les points d'essai de Moyenne Côte-d'Ivoire :

— Abengourou, sol sableux avec la nappe phréatique de 2 à 5 m de profondeur,

— Gagnoa, sol argilo-sableux avec la nappe phréatique à 7 m de profondeur,

— Daloa, sol argilo-sableux avec la nappe phréatique à 13 m de profondeur.

Bien qu'aucun ne puisse être considéré comme bordure de bas-fond (seul Abengourou est le plus proche de ces conditions), les rendements obtenus montrent une production prometteuse pour le PB-121, les rendements sont mesurés avec un séchoir Ceylan (Tabl. I).

Une enquête a été faite en 1982 dans les plantations villageoises plantées en bordure de bas-fond et qui ont été dotées d'un séchoir artisanal en juillet 1982 ; elle nous donne les productivités suivantes pour l'année 1982 :

TABLEAU I. — (en kg de coprah/ha)

	PB-TC 02	1978 (n5)	1979 (n6)	1980 (n7)	1981 (n8)
Abengourou	GOA	0	300	650	750
	PB-121	1 650	2 050	2 250	4 250
	PB-TC 04	1980 (n5)	1981 (n6)		
	PB-121	1 900	3 250		
Daloa	PB-TC 03	1978 (n5)	1979 (n6)	1980 (n7)	1981 (n8)
	GOA	0	300	600	200
	PB-121	1 450	1 350	1 500	2 100
	PB-TC 05	1980 (n5)	1981 (n6)		
Gagnoa	GOA	0	100		
	PB-121	700	1 600		
	PB-TC 06	1981 (n5)			
	GOA	100			
	PB-121	2 400			

Barème retenu pour les plantations villageoises en bordure de bas-fond
(Estimated yield for smallholdings on the edge of valley bottoms)

	n5	n6	n7	n8	n9	n10 et +
	500	1 500	2 100	2 500	2 800	3 000

Plantation 1977 :

2 planteurs représentant 6,3 ha dont 60 p. 100 en bordure de bas-fond ont eu une production en noix et coprah équivalant à 1,7 t de coprah/ha ;

Plantation 1976 :

6 planteurs représentant 33,2 ha dont 50 p. 100 en bordure de bas-fond ont eu une production en noix et coprah équivalant à 1,7 t de coprah/ha ;

Plantation 1975 :

1 planteur représentant 1,8 ha dont 80 p. 100 en bordure du bas-fond a eu une productivité en noix et coprah équivalant à 3,9 t de coprah/ha.

Ces premières plantations sont donc nettement au-dessus du barème de production envisagé par l'I.R.H.O.

3. — Le contrôle de la nutrition minérale et fertilisation.

C'est un point important pour assurer précocité et haut

niveau de production. Cinq expériences de nutrition minérale ont été installées sur les 3 points d'essai et chez des planteurs. Elles montrent que les sols de Moyenne Côte-d'Ivoire, d'origine primaire, sont mieux pourvus en bases, surtout calcium et magnésium, que les sables quaternaires ou tertiaires (Tabl. II). Elles montrent également qu'en appliquant des règles agronomiques simples et des techniques de récolte adaptées, il est possible de réduire les fumures minérales à l'âge adulte.

Pour assurer une bonne nutrition azotée, on installe une légumineuse de couverture (*Pueraria javanica*) lors de la dernière année de culture vivrière. Elle est semée au début de la saison des pluies avec un maïs qui est récolté au bout de 3 mois.

Pour minimiser les apports de potassium et de chlore, éléments qui se retrouvent principalement dans la bourre, les noix sont débourrées au pied de l'arbre et les bourres sont abandonnées au milieu de l'interligne.

Les fumures actuellement préconisées sont détaillées dans le tableau III.

TABLEAU II. — Analyse de différents sols à cocotier
(Analysis of different soils for coconut growing) (horizon 0-20 cm)

	Sable quaternaire (Quaternary sand)	Sable tertiaire (Tertiary sand)	Bordures de bas-fond (Edges of valley bottoms)				
			Gagnoa		Daloa		
			Moko	Mahiboua	Daloa 1	Tadia	
Granulométrie (Texture)							
Argile (Clay) %	0,1	4,6	3,8	3,8	2,4	5,5	
Limon (Loam) %	0,0	1,2	2,5	4,1	3,1	4,9	
Sable très fin (Very fine sand) %	0,4	1,1	4,5	3,7	3,5	4,2	
Sable fin (Fine sand) %	0,8	10,6	22,0	24,4	21,3	33,4	
Sable grossier (Coarse sand) %	98,7	82,4	67,2	64,0	69,7	51,9	
Matière organique (Organic matter)							
Matière organique (Organic matter) %	0,71	2,02	3,45	4,86	1,22	1,68	
Carbone (Carbon) %	0,44	1,17	2,01	2,83	0,71	0,98	
Azote total (Total nitrogen) %	0,34	1,55	3,76	3,65	0,90	1,60	
Rapport C/N (Ratio)	12	8	6	8	8	6	
Phosphore (Phosphorus)							
Total	ppm	177	391	348	356	105	145
Assimilable Olsen	ppm	26	99				
Bray	ppm	49	19	10	13	10	28
Complexe absorbant (Absorbent complex)							
Ca mé/100 g	0,43	0,29	1,19	1,97	1,99	3,93	
Mg	0,08	0,05	0,41	1,23	0,66	1,64	
K	0,01	0,04	0,04	0,07	0,03	0,14	
Na	0,01	0,12	0,08	0,06	0,06	0,24	
Somme des bases (Sum of bases) (S) mé/100 g	0,53	0,50	1,72	3,33	2,74	5,95	
Capacité d'échange (Exchange capacity) C.E.C.	1,20	3,35	2,2	3,2	2,8	3,3	
Saturation $v = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$	44	15	78	—	98	—	
pH							
Eau (Water)	4,95	5,35	5,05	5,70	5,90	6,60	
KCl	4,10	4,20	4,35	4,55	5,20	6,05	

TABLEAU III.

kg/arbre (kg/tree)	n0	n1	n2	n3	n4	n5	n6
Urée (Urea) (46 % N)	0,1	0,2	0,3	—	—	—	—
Super phosphate (18 % P ₂ O ₅)	0,2	0,4	0,6	—	—	—	—
Chlorure de potassium (Potassium chloride) (60 % K ₂ O)	0,2	0,4	0,6	1,0	1,5	1,5	1,0
Kiesérite (27 % MgO)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	—	—

4. — Problèmes sanitaires.

Dans l'intérieur de la Côte-d'Ivoire, les problèmes sanitaires sont moins importants que dans le Sud.

Les maladies du jeune âge qui sévissent en pépinière et durant la première année de plantation sont contrôlées en utilisant le cocotier hybride PB-121 qui est aussi résistant que le cocotier Local GOA. Les autres hybrides y sont assez sensibles, ce qui les a fait écarter des programmes de développement.

Dans les deux premières années de plantation, les gros rongeurs (agoutis) sont contrôlés au moyen d'un manchon de grillage, ou mieux de raphia (plus rigide mais qu'il faut renouveler chaque année).

Les augosomes sont des coléoptères qui s'attaquent aux feuilles du cocotier et font des dégâts identiques aux *Oryctes*. Ils viennent deux fois par an à la reprise des pluies (avril et septembre en Côte-d'Ivoire). Les blessures sont dangereuses sur les cocotiers adultes car elles peuvent servir d'introduction pour les rhynchophores dont les attaques peuvent être mortelles.

V. — UTILISATION DE LA RÉCOLTE, FABRICATION ET COMMERCIALISATION DU COPRAH

En année 5, le cocotier donne ses premières récoltes. Lorsque la surface de la cocoteraie est faible (première plantation d'un programme en plusieurs tranches), les premières noix produites sont consommées par l'exploitant et sa famille ou vendues dans le village. Lorsque la production devient importante, une partie de la récolte doit être transformée en coprah.

Cette opération se fait au moyen d'un petit séchoir à coprah de type Ceylan, d'un coût de 120 000 F. CFA, qui permet de traiter les noix de 3 à 7 ha de cocoteraie en produisant 10 à 20 t de coprah (Fig. 4).

A l'âge adulte une cocoteraie en bordure de bas-fond produit 15 000 noix/ha, équivalant à 3 t de coprah :

- ces noix représentent une masse de 22 t,
- par débouillage au pied de l'arbre et cassage de la noix pour enlever l'eau, on obtient une masse à traiter de 7,5 t,
- qui, après séchage, donne 3,0 t de coprah et 2,3 t de coques.



FIG. 4. — Four à coprah artisanal (Village copra dryer).

Afin de réduire les manipulations, le séchoir sera installé près de la plantation de cocotiers. Seul le coprah sera rapporté au village. Une partie des coques sert à la fournée suivante, il reste un reliquat de 1,2 t de coques/ha qui peut servir soit de combustible ménager, soit de combustible pour un gazogène monté sur tracteur, ou pour faire fonctionner un petit groupe électrogène. Dans ce cas le reliquat de coques représente l'équivalent de 400 l de gazole.

Comme le maximum de la production a lieu en saison des pluies d'avril à octobre, il faut remarquer que la transformation de la récolte donne un produit stable qui peut se conserver plusieurs mois dans un magasin sommaire en matériaux locaux. Il suffit d'assurer sa protection contre les rats au moyen d'appâts empoisonnés. Son évacuation peut se faire quand les pistes sont praticables.

Revenu de l'exploitation :

Le compte d'exploitation, par an, d'un hectare de cocotiers à l'âge adulte, en bordure de bas-fond est le suivant :

Frais de culture :

— Entretien des ronds et de l'interligne	5 h/j
— Curage des drains	1 h/j
— Epandage d'engrais	1 h/j
— Surveillance phytosanitaire	0,5 h/j
— Surveillance des incendies (en fin de saison sèche)	0,5 h/j
— 215 kg de chlorure de potasse rendus bord du champ	19 000 F. CFA
— Petit outillage de culture	1 000 F. CFA
Total	8 h/j
	20 000 F. CFA

Récolte des noix, préparation et stockage du coprah :

— Récolte	6 h/j
— Débouillage par des tacherons	22 500 F. CFA
— Transport des noix débouillées cassées au séchoir (Fig. 5)	30 h/j
— Préparation du coprah	24 h/j
— Transport du coprah au magasin de stockage du village	15 000 F. CFA
— Renouvellement et entretien des installations et du matériel de récolte et préparation du coprah ..	2 h/j
	12 500 F. CFA
Total	62 h/j
	50 000 F. CFA

Grand total 70 h/j
70 000 F. CFA

Revenu brut :

15 000 noix dont il faut défalquer l'autoconsommation familiale (1 000 noix) :

$$2,8 \text{ t de coprah} \times 70 000 \text{ F} = 196 000 \text{ F. CFA}$$

Valorisation de la journée de travail = 1 800 F. CFA .



FIG. 5. — Transport des noix débourees, sans eau
(Transport of husked, waterless nuts).

VI. — POTENTIEL DE LA MOYENNE CÔTE-D'IVOIRE EN SOLS DE BORDURE DE BAS-FOND

1. — Limites géographiques de la zone concernée (Fig. 6).

A l'origine, les limites géographiques de la zone où la culture du cocotier est *a priori* possible ont été déterminées de manière empirique en considérant les critères suivants :

- limite forêt, savane,
- présence ou absence d'eau dans les bas-fonds en saison sèche,
- état de flétrissement de la végétation en place en saison sèche,
- fréquence des feux de brousse,
- importance et fréquence des excès de pluie en saison pluvieuse provoquant un engorgement prolongé du profil.

Puis, on a cherché des définitions climatiques *a posteriori* de ces limites, en utilisant les relevés pluviométriques mensuels sur 15 ans (1966-1980) de 40 postes météorologiques répartis dans la moitié Sud de la Côte-d'Ivoire.

Pour la limite Nord, a été retenu comme critère les courbes d'isofréquence de 4 mois consécutifs à pluviométrie inférieure à 55 mm (l'Etp Turc durant cette période varie de 100 à 140 mm). La courbe 45 p. 100 correspond bien à la limite fixée empiriquement.

Pour la limite Sud, la courbe d'isohyète mensuel 300 mm du mois de juin a été retenue, et pour la limite Ouest, celle de 300 mm du mois de septembre. L'aire géographique ainsi délimitée représente une surface de 57 000 km².

2. — Evaluation des surfaces aménageables.

La méthode consiste à déterminer en plusieurs endroits, sur une surface élémentaire, la surface aménageable et d'extrapoler ensuite les résultats obtenus à l'ensemble de la zone concernée par l'étude.

La longueur de bas-fond par km² peut être directement mesurée sur un échantillon de cartes topographiques au 1/50 000^e. Cette longueur moyenne de bas-fond est de 1,4 km/km² avec un coefficient de variation de 23 p. 100.

Par contre, la distance latérale aménageable ne peut être estimée que sur le terrain. Dans ce but, 765 bas-fonds ont été visités dans les régions de Gagnoa, Daloa, Issia, Guiglo et Abengourou. Cette distance latérale aménageable moyenne est de 110 m, soit 55 m par versant, avec un coefficient de variation de 26 p. 100.

Les surfaces ainsi définies représentent en moyenne 14 ha/km², avec un coefficient de variation de 26 p. 100, soit 824 000 ha ainsi répartis :

Département de :	(ha)	Département de :	(ha)
Abengourou	74 000	Divo	47 000
Abidjan (Nord)	48 000	Gagnoa	50 000
Adzopé	72 000	Guiglo	132 000
Agboville	49 000	Issia	55 000
Bongouanou	38 000	Katiola	37 000
Bouaké (Sud)	14 000	Oumé	31 000
Daloa	40 000	Soubré	37 000

Cette étude montre donc que le manque de terrain ne sera pas un facteur limitant du développement du cocotier en Moyenne Côte-d'Ivoire.

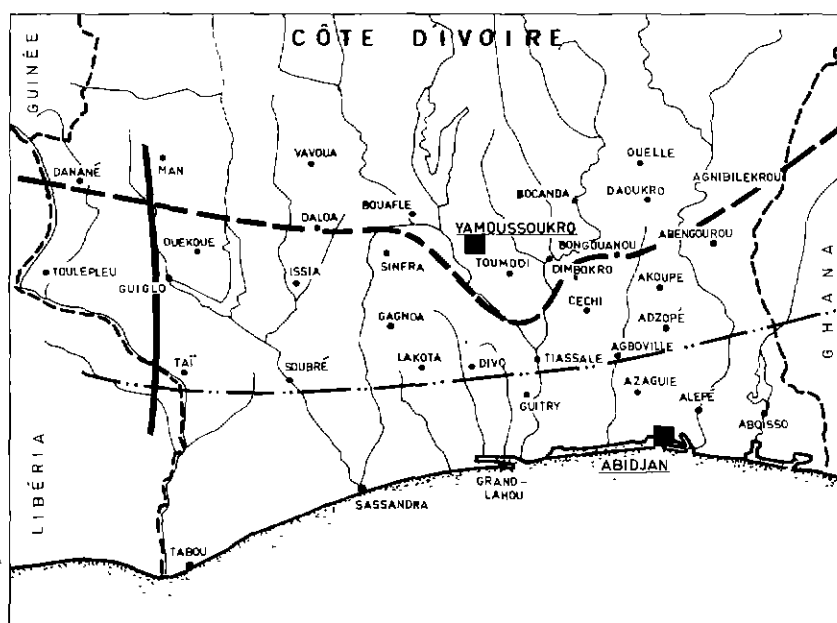


FIG. 6. — Aire d'extension de la culture du cocotier
(Extension of the coconut growing area).

- Courbe d'isofréquence (Isfrequency curve) - 45 p. 100.
- Courbe isohyète mensuelle (Monthly isohyete curve) - 300 mm juin (June).
- Courbe isohyète mensuelle (Monthly isohyete curve) - 300 mm sept.

CONCLUSION

Le paysage de Moyenne Côte-d'Ivoire, moyennement vallonné avec une succession de petites collines aux pentes faibles à moyennes, et de petites vallées avec marigot temporaire ou permanent, peut être aménagé de façon judicieuse.

Les sols hydromorphes de bas-fond peuvent être transformés en rizières (riz irrigué, 2 récoltes par an).

Les sols peu évolués d'apport, de bas de pente où dominent les sables grossiers, sont convenables aux cocotiers. Ceux-ci bénéficieront d'un effet d'oasis et d'une nappe phréatique peu profonde. Ainsi, malgré une longue saison sèche (3 à 4 mois) et une hygrométrie moyenne faible, des rendements très acceptables (3 t de coprah/ha/an) seront obtenus.

Les sols appauvris de demi-pente, qui sont des intergrades entre les sols peu évolués d'apport et les sols remaniés ou typiques de plateaux, seront réservés aux cultures vivrières.

Enfin, les sols remaniés ou typiques de haut de pente et de plateau sont traditionnellement cultivés en caféiers et en cacaoyers.

Une petite exploitation paysanne, d'une superficie d'environ 6 à 10 ha, peut donc intégrer harmonieusement cultures vivrières et cultures industrielles en tirant profit des caractéristiques des divers sols de la toposéquence.

Le modèle ainsi conçu présente les avantages de la polyculture (sécurité des ressources, protection de la nature) tout en permettant au paysan un bon étalement des travaux et des ressources tout au long de l'année.

L'introduction du cocotier dans la ferme de polyculture

est l'un des éléments original du projet. A la fois vivrier et culture industrielle, il est d'une très grande souplesse d'utilisation. A l'échelon national, le cocotier doit bénéficier de l'effort fait pour le développement de la culture du riz.

On voit bien apparaître çà et là en Moyenne Côte-d'Ivoire quelques belles cocoteraies en bordure de rizière, mais ce type d'aménagement devrait devenir aussi courant qu'en Asie.

Les techniques de culture dans ce contexte très particulier sont maintenant bien au point après dix années de recherches. Une prospection pédologique effectuée récemment montre que le facteur sol ne sera jamais limitant (800 000 ha de sol conviennent au cocotier).

Le cocotier peut également participer à la politique nationale d'autosuffisance en corps gras. Des projections à moyen terme montrent qu'à l'horizon 1990, la Côte-d'Ivoire risque de devenir déficitaire en huiles végétales si, notamment, un gros effort n'est pas fait pour les replantations en palmiers à huile. Le cocotier en culture villageoise est compétitif puisque, sans infrastructure ou frais généraux élevés, il procure 1,8 t d'huile/ha/an.

La production de la Moyenne Côte-d'Ivoire serait à diriger préférentiellement sur la région Centre, où elle serait utilisée avec un minimum de frais de transport (huilerie de Bouaké, projet d'huilerie de Daloa).

Ainsi, l'aménagement des bas-fonds de Moyenne Côte-d'Ivoire offre des perspectives nouvelles et extrêmement prometteuses. Le cocotier, « l'arbre du ciel » comme on l'appelle en Asie, peut être maintenant cultivé avec succès dans cette partie du pays et prendre une bonne place dans l'espace rural. Tout est donc prêt pour son intégration aux programmes de développement régionaux.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] POMIER M., TAFFIN G. de (1982). — Tolérance à la sécheresse de quelques hybrides de cocotiers (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 37, N° 2, p. 55-62.
- [2] OLLAGNIER M., OCHS R., POMIER M., 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 (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux* (à paraître).

- [3] QUILLEC G., MORIN J.-P., RENARD J.-L., MARIAU D. (1978). — Les malades du cocotier dans le jeune âge. Causes, méthodes de lutte (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 33, N° 10, p. 495-501.

SUMMARY

The coconut palm and the improvement of valley bottoms in the Middle Ivory Coast.

T. DARBIN, M. POMIER, G. de TAFFIN, *Oléagineux*, 1983, 38, N° 4, p. 231-242.

Ten years of research at four test points situated in inland areas of the Ivory Coast, and seven years' extension amongst local planters in the same regions for the establishment of a planting programme of 2,500 ha, have revealed the existence of very suitable zones for the cultivation of coconut palms. These are situated at the foot of slopes on the edge of hydromorphous valley bottoms. The soil is sandy, the water table is near the surface, thus ensuring an additional water supply for the coconut palms during the dry season. The zone suitable for coconut palm cultivation is approximately 50 m wide. The coconut palm can be grown in a farm next to the rice cultivated in the valley bottom, which has the advantage of stabilizing the level of the water table. Coffee and cocoa are grown on the more clayey soils of the plateau. Food crops can be grown in association with the young coconut palms, followed later by a cover of *Pueraria*, which can be used for grazing sheep. In these conditions, the PB-121 hybrid coconut palm produces 3 t copra/ha; one day's work is worth 1,800 F. CFA. A survey undertaken in the Middle Ivory Coast has shown the existence of approximately 800,000 ha of land suitable for cultivating the coconut palm under the conditions described above.

RESUMEN

El cocotero y la adecuación de hondonadas en Costa de Marfil media.

T. DARBIN, M. POMIER, G. de TAFFIN, *Oléagineux*, 1983, 38, N° 4, p. 231-242.

Investigaciones realizadas durante diez años en cuatro puntos de ensayos ubicados en el interior de Costa de Marfil, y divulgaciones proseguidas durante siete años ante los palmeros aldeanos de esta misma comarca que la realización de un programa de siembra de 2 500 ha, han permitido evidenciar áreas muy favorables al cultivo del cocotero. Estas están localizadas en las partes bajas de declives en los bordes de hondonadas hidromórficas. El suelo es arenoso y tiene un nivel freático poco profundo que proporciona a los cocoteros un complemento de alimentación hídrica durante el período seco. Esta banda favorable al cultivo del cocotero tiene unos 50 m de ancho. O sea que se puede perfectamente cultivar el cocotero en una finca junto al arroz en la hondonada, que tiene la ventaja de estabilizar el nivel freático. Se cultiva el café y el cacao en la meseta cuyos suelos son más arcillosos. También se puede asociar cultivos alimenticios con el cocotero joven, y más adelante los sustituirá una cobertura de *Pueraria* que podrá utilizarse para el pastoreo de los caberros. En tales situaciones el cocotero híbrido PB-121 produce 3 t de copra/ha, y la jornada laboral está valorizada en 1 800 F. CFA. Una prospección que se hizo en Costa de Marfil media ha mostrado que existen unas 800 000 ha de tierras en que se puede cultivar el cocotero en las condiciones arriba indicadas.

The coconut palm and the improvement of valley bottoms in the Middle Ivory Coast

T. DARBIN (1), M. POMIER (1) and G. de TAFFIN (1)

I. — INTRODUCTION

This article is a continuation of others previously published on the drought-resistance of different hybrid coconut palms [Pomier and de Taffin, 1982 - 1] and on chlorine deficiency in the Middle Ivory Coast [Ollagnier, Pomier and de Taffin, 1982 - 2]. The coconut palm was introduced into the inland regions in order to vary the agricultural resources of this area, previously dominated by forestry and the cultivation of coffee and cocoa. Research undertaken from 1973 onward, and the establishment, between 1976 and 1980, of the first 2,500 ha of smallholdings, have proved that it is possible to cultivate coconut palms in the Middle Ivory Coast, provided strict norms are adhered to. These must allow the difficult climatic conditions prevailing in these regions to be faced, particularly during the dry season, when a dry wind, the harmattan, blows from the Sahara desert (serious water deficit, low relative humidity and temperatures).

Of these norms, the most important is a soil with a high water table.

This is a common situation in the region, since the country is undulating, and each valley bottom is crossed by a more or less permanent marigot which ensures a constant water table.

It has therefore been possible to devise a method of improving these valley bottoms, incorporating coconut palms and other crops into a smallholding of a few ha.

II. — IMPROVEMENT OF VALLEY BOTTOMS

1. — Toposequence.

In the Middle Ivory Coast, a valley bottom consists of a marigot flowing in the middle of a swampy area a few metres to several hundred metres wide. This area is flat, and overgrown with typical vegetation, mainly raphia palms and ferns. The soil is formed of hydromorphous sands, overlying a sandy-clay to clay bed near the surface. This is the actual valley bottom (Figs. 1 and 2).

Above these, there are sandy-textured foot-slope soils with shallow hydromorphism around the edge of the valley bottom. The texture of this soil becomes clayey-sand and more or less gravelly further up the slope until the sandy-clay soil of the plateau is reached.

The level of the water table varies with the wet and dry seasons. These variations are slight in the valley bottom, since in forested zones the marigot is fed by the water reserves of the neighbouring hills, and the level varies by only a few dozen cm, since rainfall is less abundant, and quite evenly distributed over a period of 8 months (few months with more than 300 mm, whereas in the Lower Ivory Coast rainfall in June often exceeds 600 mm). The higher up the slope, the deeper the water table, and variation increases considerably.

The edges of the valley bottom and the sandy-soiled foot-slopes are covered in vegetation consisting mainly of oil palms and bombax, with a lower storey of shrubs, mainly *Eupatorium*, if the land has already been cultivated.

The top of slopes and the plateaux are covered in forest. This is often replaced by plantations of cocoa trees and coffee bushes, which are never found at the bottom of slopes on account of the proximity of the water table.

2. — Possible improvements (Fig. 3).

Valley bottoms can be cultivated as paddy-fields yielding two crops a year.

The edges, and the sandy-textured foot-slopes are seldom used. In the Middle Ivory Coast, 85 p. 100 of this type of soil is covered with secondary forest. Food crops flourish here, and, until now, this was the only possible use for this land. However, experiments have shown that coconut palms also produce good yields, comparable with those obtained in coastal regions of the Lower Ivory Coast, since the water table lies close to the surface, thus compensating for water deficit, and an « oasis effect » is also obtained; i.e., a major increase in relative humidity in the coconut plantation during the dry season, when surrounding humidity is low. It should also be noted that *Pueraria*, used as a cover plant, remains green all year round, and can therefore be used as grazing once the coconut plantation is sufficiently well-established.

The following model could be given for a smallholding in the Middle Ivory Coast :

- in the valley bottom : 1 ha of paddy-fields,
- at the edge of the valley bottom : 2-4 ha of coconut palms with a small adjacent copra-dryer,
- half-way up the slope, above the coconut palms : 2-3 ha of food and fodder crops (*Bracharia* and *Stylosanthes*),
- at the top of the slope and on the plateau : 2-4 ha of coffee and cocoa,
- a flock of about 20 sheep, grazing on the *Pueraria* growing under the coconut palms and on the *Bracharia*.

It should be noted that this type of mixed farming is already being developed in the Gagnoa, Daloa and Abengourou regions.

III. — ADVANTAGES OF THIS TYPE OF FARMING

Advantages of this type of smallholding are of several kinds.

1. — Advantages for the farmer.

Coconut palms are easily integrated with other crops, since working times are compatible, and the seasonal peaks are staggered for the various crops :

- coffee and cocoa from October to March,
- coconut palms from April to October,
- rice and other food crops from March to December.

The growing of coconut palms ensures that sources of income are varied, and the dangers of growing a single crop are thus avoided.

Coconut palms ensure a constant year-round income, since coffee and cocoa are sold in March whereas the coconut palm gives 85 p. 100 of its income from May to November.

The farmers' diet is improved by eating coconuts (a protein-rich food before becoming an industrial product) and by rearing sheep.

It should also be noted that for the first two or three years the coconut palm is interplanted with food crops such as maize, peanuts, yams and sweet potatoes, and thus benefits by the care given to these crops. Coconut palms should therefore be planted in small sections of 0.5-1 ha. At the end of the food crop cycle, a cover of *Pueraria* is planted to control weeds and ensure the nitrogen nutrition of the coconut palms.

2. — Advantages on a national level.

On a national level, the coconut palm contributes to rural development by allowing hitherto little-used soils to be cultivated. Coconut palms may yield 1.8 t oil/ha/year, a very considerable figure in view of the surface area of arable land in the Middle Ivory Coast (see section VI) and the oil shortage predicted for about 1990 unless the production of oil plants is increased. In the

(1) I.R.H.O., Marc-Delorme Station, 07, B.P. 13, Abidjan 07 (Ivory Coast).

Central region, where the oil palm cannot be developed on a large scale, the coconut palm is well ahead of annual oil crops which only produce 600 kg oil/ha/year.

IV. — TECHNICAL NORMS FOR COCONUT PALMS

The three main factors ensuring the success of a coconut plantation are :

- choice of soil,
- choice of the most suitable variety,
- control of mineral nutrition.

1. — Choice of soil.

Coconut palms must be planted so that they benefit from the water table in the dry season without becoming waterlogged during the rainy season.

The most suitable soil for coconut palms is on the edge of a valley bottom, or at the bottom of a slope ; it is sandy, without any trace of hydromorphism in the first 50 cm of its profile, non-gravelly, with a water table situated at a depth of 1-3 m during the dry season.

In practice, the lowest point is determined using an auger, in order to locate the depth at which the first signs of hydromorphism appear. The highest point, usually less than 100 m from the lowest, is determined according to the difference in altitude compared with the first point. This second point should be situated at a maximum height of 2 m above the first. The absence of gravel can be checked by sounding with an auger.

Drains are dug in the lowest part to prevent waterlogging of the soil during the rainy season. However, it should be noted that in regions with excessively high rainfall, the edges of valley bottoms cannot be used. It has been observed that a rainfall of more than 300 mm/month leads to waterlogging. This is the case in the Lower Ivory Coast, where the June rainfall often exceeds 600 mm, or in the West (Toulepleu and Danane regions) for the September rainfall.

2. — Variety of coconut palm.

The criteria for choice of a variety are :

- suitability for its environment, particularly drought-resistance,
- resistance to diseases of young palms,
- precocity,
- high yield in maturity.

Experiments conducted in the Gagnoa region, 120 km from the sea, on clay soil with a deep water table, under more difficult conditions than those encountered at the edge of a valley bottom, have shown the superiority of the PB-121 hybrid coconut palm over the local variety, or other hybrids [Pomier and de Taffin, 1982 - 1], and these results were confirmed during the 1981-1982 dry season.

Resistance to diseases affecting young palms, such as Blast disease and dry bud rot, is another important criterion, since these diseases are rife in inland regions of the Ivory Coast. Studies conducted in 1975 and 1976 by Quillec, Morin, Renard and Mariau [3] have demonstrated the superiority of the PB-121 coconut palm over other hybrids, its disease resistance being equal to that of the local variety. The use of PB-121, together with good agronomical techniques, allows the mortality rate to be reduced to less than 5 p. 100.

Moreover, on account of the shape of its nuts, it is more resistant to *Aceria (Eriophyes guerreronis)* attacks than the local variety of coconut palm.

Precocity of bearing and a high yield at the adult stage are obtained by crossing Dwarf and Tall varieties. The PB-121 has proved to be the most advantageous variety under difficult conditions, such as those in the Middle Ivory Coast. It begins to yield during its fifth year, whereas the local variety, even when well cultivated, begins only after 6-7 years, and its maximum production is greater, as can be seen from the yields obtained in the five performance trials conducted at test points in the Middle Ivory Coast :

- Abengourou, sandy soil, with a water table 2-5 m down,
- Gagnoa, sandy-clay, with a water table 7 m down,
- Daloa, sandy-clay, with a water table 13 m down.

Although none of these plantations can be considered to be on

the edge of a valley bottom (Abengourou is the plantation most closely corresponding to these conditions), the results obtained show that PB-121 yields are very promising. Yields were measured using a Ceylon dryer, and are given in kg copra/ha (Table I).

A survey was undertaken in 1982 in smallholdings situated on the edges of valley bottoms, which had been provided with a copra dryer in July 1982. The following yields were obtained for 1982 :

Planting 1977 :

Two planters, representing 6.3 ha, 60 p. 100 on the edge of a valley bottom, obtained a yield of nuts and copra equivalent to 0.9 t copra/ha.

Planting 1976 :

Six planters, representing 33.2 ha, 50 p. 100 on the edge of a valley bottom, obtained a yield of nuts and copra equivalent to 1.7 t copra/ha.

Planting 1975 :

One planter, representing 1.8 ha, 80 p. 100 on the edge of a valley bottom, obtained a yield of nuts and copra equivalent to 3.9 t copra/ha.

These first plantations have therefore given a yield well above the production scale envisaged by the I.R.H.O.

3. — Control of mineral nutrition and fertilization.

Control of mineral nutrition is important in order to ensure early bearing and a high yield. Five experiments in mineral nutrition were undertaken at the three test points and on plantations. These studies have shown that the soils in the Middle Ivory Coast, of primary origin, are richer in bases (especially calcium and magnesium) than quaternary or tertiary sands (Table II). The experiments also showed that, by applying simple rules of agronomy and by using appropriate harvesting techniques, it is possible to reduce the quantity of mineral fertilizer required at the adult stage.

In order to ensure an adequate nitrogen supply, a leguminous cover plant (*Pueraria javanica*) is grown during the last year that food crops are planted. It is sown at the beginning of the rainy season with a maize crop that is harvested after three months.

Potassium and chlorine are mainly found in the husks of coconuts ; therefore, in order to minimize the quantities of these elements required, the coconuts are husked at the foot of the tree and the husks left in the middle of the interrow.

Details of currently-recommended fertilizers are given in Table III.

4. — Phytosanitary problems.

In the interior of the Ivory Coast, phytosanitary problems are less serious than in the South.

Diseases of young trees that occur in the nursery and in the first year after planting can be controlled by using the PB-121 hybrid coconut palm, which is as disease-resistant as the local WAT variety. Since other hybrids are rather sensitive, they have been eliminated from development programmes.

During the first two years after planting, a wire or preferably raphia guard (more rigid than wire, but needs replacing every year) is placed around the trunk to protect the trees from large rodents (agoutis).

Augosoma are dynastid beetles that attack the leaves of the coconut palm and cause damage identical to that caused by *Oryctes*. They arrive twice a year when the rains begin (April and September in the Ivory Coast). The wounds are dangerous for adult coconut palms since they can serve to introduce *Rhynchophorus*, whose attacks may be fatal.

V. — USE OF THE HARVEST — COPRA PRODUCTION AND MARKETING

In its fifth year, the coconut palm yields its first harvests. When the surface area of the coconut plantation is small (the first stage of a programme consisting of several sections), the first nuts produced are eaten by the producer and his family, or sold in the village. When the yield becomes substantial, part of the harvest must be converted to copra.

This operation is undertaken using a small Ceylon-type copra dryer, costing 120,000 F. CFA, which can deal with a coconut plantation of 3-7 ha, and produces 10-20 t of copra (Fig. 4).

An adult coconut plantation of the edge of a valley bottom produces 15,000 nuts/ha, equivalent to 3 t of copra.

These nuts represent a mass of 22 t. They are husked at the foot of the tree and split to remove the water. A working mass of 7.5 t,
giving, after drying { 3.0 t of copra
{ 2.3 t of shells
is obtained.

To reduce the number of operations involved, the dryer should be installed near the coconut plantation. Only the copra will be taken to the village. Some of the shells will be used as fuel for the dryer next time it is used, and the remaining 1.2 t of shells/ha can either be used as domestic fuel, or for a gas-generator mounted on a tractor, or to operate a small electric generator. In the latter case, the remainder of the shells is equivalent to 400 l diesel oil.

Since peak production occurs in the rainy season, from April to October, it should be noted that the conversion of the harvest to copra gives a stable product that can be kept for several months in a store improvised from local materials. It is sufficient to protect it from rats, using poisoned baits. This store can be emptied as soon as roads are passable.

The planter's revenue.

The total cost, per year, of cultivating 1 ha of adult coconut palms on the edge of a valley bottom is as follows :

Cultivation expenses :

— Maintenance of circles and interrow	5 md
— Clearing of drains	1 md
— Spreading of fertilizer	1 md
— Pest and disease control	0.5 md
— Fire control (end of dry season)	0.5 md
— 215 kg potassium chloride, delivered field ..	19,000 F. CFA
— Small agricultural tools	1,000 F. CFA
Total	8 md
	20,000 F. CFA

Nut harvesting, preparation and stocking of copra :

— Harvesting	6 md
— Husking by day-labourers	22,500 F. CFA
— Transport of husked, split nuts to the dryer (Fig. 5)	30 md
— Copra preparation	24 md
— Transport of copra to store in village	15,000 F. CFA
— Replacement and maintenance of harvesting and copra preparation installations and equipment	2 md
Total	62 md
	50,000 F. CFA

Grand total **70 md**
70,000 F. CFA

Gross income : 15,000 nuts (minus family consumption of 1,000 nuts):

$$2.8 \text{ t copra} \times 70,000 \text{ F} = 196,000 \text{ F. CFA} .$$

Value of one day's work = 1,800 F. CFA.

VI. — VALLEY BOTTOM SOIL POTENTIAL OF THE MIDDLE IVORY COAST

1. — Geographical limits of the region concerned (Fig. 6).

Originally, the geographical limits of the zone where cultivation of the coconut palm is theoretically possible were determined empirically according to the following criteria :

- limits of forest or savannah,
- presence or absence of water in the valley bottom during the dry season,
- extent of wilting of existing vegetation during the dry season,
- frequency of bush fires,
- extent and frequency of excessive rainfall during the rainy season, leading to long-term waterlogging of the soil.

Then, within these limits, climate was defined using monthly rainfall figures over a period of 15 years (1966-1980) from 40 weather stations distributed over the Southern half of the Ivory Coast.

For the Northern limit, the criterion used was the isofrequency curve for four consecutive months with rainfall of less than 55 mm (the Turc ETP for this period varies between 100 and 140 mm). The 45 p. 100 curve corresponds rather well to the empirically-fixed limit.

For the Southern limit, the monthly isohyet curve of 300 mm for June was used, and for the Western limit, the 300 mm curve for September was selected. The geographical area thus defined represents a surface area of 57,000 km².

2. — Evaluation of surfaces suitable for improvement.

The method used consists of determining, at several points on an elementary surface, the area suitable for improvement, and extrapolating the results obtained to the whole zone concerned in this study.

The length of valley bottom per km² can be directly measured, using a sample of topographical maps on a 1/50,000 scale. The average length of a valley bottom is 1.4 km/km² with a variation coefficient of 23 p. 100.

However, the width of land suitable for improvement can only be determined in the field. To this end, 765 valley bottoms were visited in the Gagnoa, Daloa, Issia, Guiglo and Abengourou regions. The average width of suitable land is 110 m, i.e., 55 m per slope, with a variation coefficient of 26 p. 100.

The surface areas defined by this method represent, on average, 14 ha/km², with a variation coefficient of 26 p. 100, i.e., 824 000 ha, distributed as follows :

Department	Surface area (ha)	Department	Surface area (ha)
Abengourou	74,000	Divo	47,000
Abidjan (North) ..	48,000	Gagnoa	50,000
Adzopé	72,000	Guiglo	132,000
Agboville	49,000	Issia	55,000
Bongouanou	38,000	Katiola	37,000
Bouaké (South) .	14,000	Oumé	31,000
Daloa	40,000	Soubre	37,000

This study shows that lack of available land is not a factor likely to inhibit the development of coconut cultivation in the Middle Ivory Coast.

CONCLUSION

The Middle Ivory Coast, moderately rolling, with a succession of small hills with gentle or moderate slopes, and valleys with a temporary or permanent marigot, may be satisfactorily improved.

Hydromorphic soils of the valley bottom may be transformed into paddy-fields, yielding two crops per year with irrigation.

Immature sedimentary soils at the bottom of slopes, consisting mainly of coarse sands, are suitable for coconut palms. These benefit from an oasis effect and a water table close to the surface. Thus, despite a long dry season (3-4 months) and a low relative humidity, satisfactory yields (3 t of copra/ha/year) can be obtained.

Impoverished mid-slope soils, intermediate between the immature sedimentary soils and the reworked or typical plateau soils, can be used for food crops.

Lastly, the **reworked or typical top-slope or plateau soils** are traditionally used to cultivate coffee and cocoa.

A smallholding, with a surface area of 6-10 ha, may thus combine food crops and industrial crops in a satisfactory manner, and benefit from the properties of the different types of soil in the toposequence.

The model described presents the advantages of mixed farming (safety of resources — protection of the natural environment) and allows the farmer to spread out his work and resources over the year.

The introduction of the coconut palm into a mixed farm is one of the original features of this project. The coconut, which is both a food crop and an industrial crop, is extremely versatile. On a national level, the coconut palm should benefit from the effort that is being made to develop rice cultivation.

Some coconut plantations are now appearing in the Middle Ivory Coast on the edges of paddy-fields, but this type of arrangement should become as widespread as in Asia.

Farming techniques in this very specific field have now been perfected after ten year's research. Pedological studies have revealed that the soil **will never be a limiting factor** (800,000 ha of land are suitable for coconut growing).

The coconut palm can also contribute to the national self-sufficiency programme for oil and fat production. Middle-term predictions reveal that, by 1990, the Ivory Coast may have a deficit of vegetable oils unless a substantial effort is made to replant oil palms. The coconut palm, cultivated on a village basis, is competitive, since, without infrastructure or major expenses it produces 1.8 t oil/ha/year.

The produce of the Middle Ivory Coast should be sent, preferably, to the Centre, where it can be used with a minimum of transport expenses (Bouaké oil mills, Daloa oil mill project).

Thus, the development of valley bottoms in the Middle Ivory Coast has revealed new, extremely promising horizons. The coconut palm, or « Tree of Heaven » as it is known in Asia, may now be successfully cultivated in this part of the country and will take its place in the country scene. It is now ready for **integration into rural development programmes**.



ERRATUM

Article de G. A. SANTOS, C. B. CARPIO, M. C. ILAGAN, S. B. CANO & B. V. DELA CRUZ :

« Flowering and early yield performance of four I.R.H.O. coconut hybrids in the Philippines »

« Floraison et rendement au jeune âge de quatre hybrides de cocotiers de l'I.R.H.O. aux Philippines »

On page 576 (*Oléagineux*, December 1982), the last line of figures in table X should read as follows :

(A la page 576 — Oleagineux, Décembre 1982 — il faut lire ainsi la dernière ligne de chiffres du tableau X) :

Mean (<i>Moyenne</i>)	908	203.4	1 038	234.6	97.8	18.8	1236	291.8
-------------------------	-----	-------	-------	-------	------	------	------	-------