

# Conservation des semences de cocotier en emballage étanche

J.-P. LE SAINT (1), G. de TAFFIN (2) et G. BÉNARD (3)

**Résumé.** — Une expérimentation réalisée sur la Station Marc-Delorme (Côte d'Ivoire) en collaboration avec la Société Bernhardt (France) montre qu'il est possible de conserver les semences de cocotier en les conditionnant dans des emballages hermétiques. Cette technique permet de retarder la germination de la noix qui naturellement ne présente pas de dormance. Le conditionnement en simple sac étanche sans mise sous vide ni enrichissement de l'atmosphère par l'azote ou le gaz carbonique apparaît, pour l'heure, comme la solution la plus satisfaisante et la plus simple à mettre en œuvre. En prenant soin de récolter des noix mûres à épiderme encore coloré on peut conserver les semences pendant 4 mois sans affecter leur pouvoir germinatif. Il est par ailleurs indispensable de traiter les noix par poudrage pour limiter le développement de moisissures communes favorisé par le confinement de l'atmosphère du sac et la richesse en eau du fruit.

## INTRODUCTION

La noix de coco est un fruit qui, entre autres particularités, contient une graine sans dormance. Quand le fruit est mûr, le processus de germination démarre dès que les conditions de température, d'humidité et d'oxygénation sont favorables. Ces conditions sont naturellement réunies dans toute la zone de culture du cocotier.

Cette absence de dormance pose un problème sérieux lorsqu'il s'agit de noix de semences. Aux coûts élevés de production du matériel végétal s'ajoutent fréquemment des frais importants de transport. Le volume de la semence (1 000 noix occupent environ 4 m<sup>3</sup>) oblige généralement à réaliser les expéditions par voie maritime. Le transport par bateau est souvent long et peu régulier. Les choses se compliquent encore quand, faute de liaison directe, il est nécessaire d'effectuer un, voire deux transbordements de plus. Le transit par les régions tempérées ne peut s'effectuer que pendant les saisons chaudes pour éviter les effets du gel sur la faculté germinative de la noix.

Les germinations qui se produisent, à température ambiante durant le transport, occasionnent des pertes non négligeables. Les plantules non chlorophylliennes se cassent ou se déshydratent avant leur mise en germe. Certes, des soins particuliers permettent dans certaines circonstances de récupérer une part des semences à germination précoce d'excellente valeur génétique [1]. Il y a également les contraintes des Services de Quarantaine phytosanitaire qui peuvent interdire l'importation de noix germées ou imposer une nouvelle désinfection, le plus souvent préjudiciable aux jeunes plantules.

Le ralentissement ou le blocage de la germination de la noix de coco peut de manière simple être abordé de 2 façons : en étudiant les possibilités de conservation à des températures basses ou sous atmosphère contrôlée.

On a déterminé empiriquement qu'une température de l'ordre de 15 °C ralentissait les processus de germination sans affecter le pouvoir germinatif. La vérification en a été faite lors d'une expédition par conteneur thermostaté à 15 °C, de semences de Côte d'Ivoire à destination de l'Indo-

ésie. Dans ces conditions, la régulation des températures met les germes à l'abri du froid susceptible de les tuer et autorise le transit sous des latitudes plus septentrionales.

Le coût élevé de ce mode de transport limite considérablement son emploi. C'est pourquoi la Station Marc-Delorme a mis en place une expérimentation sur la conservation des noix en emballage étanche. En dépit du caractère très particulier de la noix de coco (volume important et présence d'un endosperme liquide à l'intérieur de la cavité) il paraissait intéressant de tester ce procédé de conditionnement déjà appliqué à de nombreuses espèces végétales et notamment à l'arachide [2, 3].

Cet article se propose de faire le point des résultats acquis dans ce domaine et d'en présenter les perspectives.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

Trois essais numérotés 71, 75 et 75 bis ont été successivement mis en place. Pour chacun d'eux le matériel végétal et l'emballage sont équivalents, seuls diffèrent la composition des atmosphères et les délais de conservation.

### 1. — Matériel végétal.

Il était naturel de baser l'expérimentation sur l'hybride PB-121 ou MAWA (Nain Jaune Malaisie x Grand Ouest Africain) qui germe rapidement (7 à 8 semaines) et représente une part importante dans les échanges de semences. Les noix ont été produites par pollinisation assistée. On a détecté dans chaque lot environ 5 p. 100 d'illégitimes Nains à germe jaune.

### 2. — Le procédé Bernhardt (1).

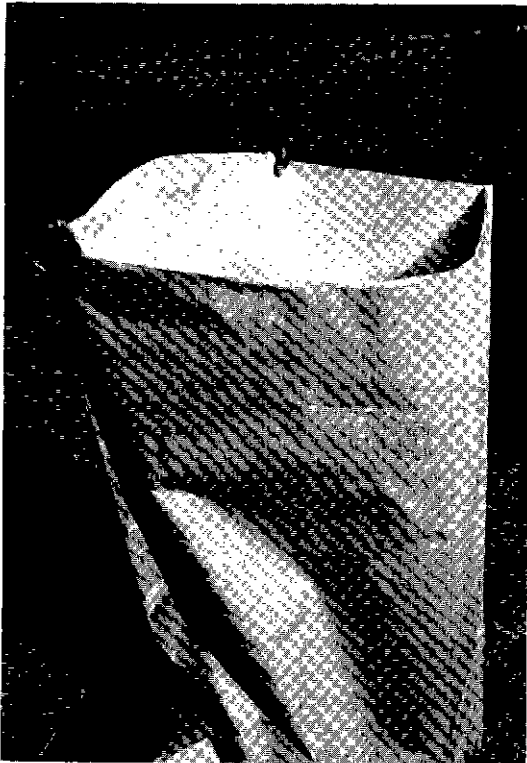
L'application industrielle du procédé Bernhardt de conditionnement à des produits extrêmement variés garantissait la qualité de l'étanchéité. Pour nos études, c'est un emballage réalisé en complexe : papier kraft 50 g/m<sup>2</sup> + aluminium laminé de 12 microns + polyéthylène 80 g/m<sup>2</sup> qui fut proposé (Fig 1). Ses caractéristiques de perméabilité aux gaz sont intéressantes (inférieures à 2 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> par 24 heures pour l'oxygène par exemple).

(1) Service Sélection IRHO-CIRAD, Station Cocotier Marc-Delorme, 07 B.P. 13 Abdjan 07 (Côte-d'Ivoire).

(2) Directeur de la Station Cocotier Marc-Delorme

(3) Division Cocotier IRHO-CIRAD, 11, square Pétrarque, 75116 Paris (France).

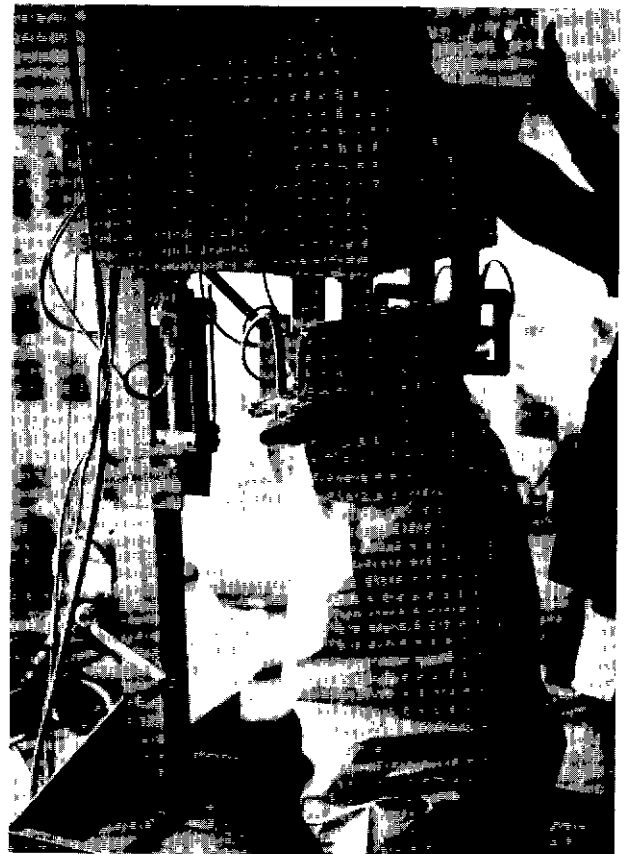
(1) Etablissements Bernhardt, Direction commerciale : 27, rue du Dessous-des-Berges, 75013 Paris (France) — Tél (1) 45 86 15 40.



A cet emballage principal peut se superposer un carton parallélépipédique. La caisse-poche ainsi confectionnée avant le conditionnement permet une occupation optimale de l'espace. D'une capacité d'environ 120 litres, chaque sac peut contenir de 25 à 30 noix (Fig. 2). Le procédé propose un vide par extraction de l'atmosphère interne du sac au moyen de pipettes d'aspiration glissées après remplissage de la caisse au travers de la gueule du sac maintenu hermétiquement fermé par des barettes de pressage en caoutchouc (Fig. 3). Par le même circuit d'aspiration, un gaz (azote ou  $\text{CO}_2$  par exemple) peut être réinjecté. Une soudure thermique est réalisée après le retrait des pipettes dès que la pression désirée est atteinte.

### 3. — Protocoles des essais de conditionnement.

Le tableau I résume les 3 protocoles expérimentaux. Pour l'expliciter, nous allons en définir les principaux éléments et faire quelques remarques complémentaires.



#### a) Définitions.

##### Traitements :

Au total, 6 traitements, c'est-à-dire 6 modes de conditionnement ont été étudiés ; il s'agit :

- du témoin (T) : emballage en sacs synthétiques habituellement utilisés pour le transport des noix ;
- de 5 conditionnements en emballage hermétique :
  - emballage étanche (EE) : Sac hermétiquement fermé sans modification de la composition de l'atmosphère,
  - emballage sous vide (E.S.V.),
  - emballage sous vide compensé par l'azote (VC.N<sub>2</sub>),
  - atmosphère enrichie en azote (AE.N<sub>2</sub>),
  - atmosphère enrichie en gaz carbonique (AE.CO<sub>2</sub>).

##### Durées de stockage :

Elles ont varié de 0 (témoin) à 6 ou 8 mois.

##### Stades de maturité des noix :

L'exportation d'un volume important de semences pour de vastes programmes de plantation conduit à récolter des noix mûres d'âges différents. Il a donc paru intéressant de distinguer 2 stades de maturité aisément repérables. Le premier précoce (les noix présentent un épiderme encore coloré), le second, plus avancé (l'épiderme est alors sec et brun gris). On parle respectivement de semences « tournées » (t) et « sèches » (s). La différence d'âge entre ces 2 types de noix est d'environ 1 mois [4].

##### Dispositifs statistiques et nombre de répétitions :

Les expériences ont été conduites selon un dispositif factoriel, les nombres de répétitions variant de 2 à 5.

#### b) Remarques.

Pour des raisons pratiques, les premiers travaux (essai 71) ont été réalisés conjointement à la Station Marc-Delorme et dans les Etablissements Bernhardt de Boulogne-sur-Mer dans le Nord de la France. Les 2 autres expériences (essais 75 et 75 bis) ont pu se dérouler intégralement en Côte d'Ivoire,

TABLEAU I. — Protocoles des essais de conditionnement  
(Packing trial protocols)

Essai (Trial) N°	71	75	75 bis (a)
Traitements (Treatments)	T EE ESV VC.N2 AE N2 AE.CO <sub>2</sub>	T EE ESV	T EE ESV
Durées de stockage (Storage time) (mois — months)	0 (1) — 3 (1) — 5 (1) 6 (1) — —	0 2 — 4 — 6 7 8	0 2 3 4 5 6 — —
Stades de maturité des noix (Stages nut maturity)	tournées (t) (turning)	sèches (dry) (s) tournées (turning) (t)	sèches (dry) (s) tournées (turning) (t)
Dispositif statistique (Statistical design)	factoriel (factorial) 6 × 3	factoriel (factorial) 3 × 6 × 2	factoriel (factorial) 3 × 6 × 2
Répétitions (Replications)	2 sacs de 25 noix (2 bags of 25 nuts)	5 sacs de 30 noix env. (5 bags of approx. 30 nuts)	5 sacs de 30 noix env. (5 bags of approx. 30 nuts)

(1) dont 42 jours en conditionnement normal (including 42 days packed normally).  
T : Témoin en emballage aéré (Control in aerated bags).  
EE : Emballage étanche (Sealed package).  
ESV : Emballage sous vide (Vacuum packed).  
VC N2 : Vide compensé par l'azote (Nitrogen compensated vacuum).  
AE N2 : Atmosphère enrichie en azote (Nitrogen enriched atmosphere).  
AE CO<sub>2</sub> : Atmosphère enrichie en gaz carbonique (Carbon dioxide enriched atmosphere).

après l'acquisition d'une unité de conditionnement. Les durées de stockage présentées dans le tableau I ne sont donc pas tout à fait comparables. Toutes les noix de l'essai 71 ont été conditionnées en emballage synthétique aéré pendant 42 jours — temps nécessaire pour leur acheminement de Côte d'Ivoire, en France. En revanche, pour la suite de l'expérimentation, le délai récolte-conditionnement a pu être réduit au minimum (3-4 jours).

#### 4. — Qualité de l'étanchéité.

D'une manière générale, l'application du procédé Bernhardt à la conservation de la noix de coco ne présente pas de difficulté majeure. Cependant il est plus facile dans la pratique de conditionner les semences en simple emballage étanche (EE) sans mise sous vide. En effet la dépression peut être créée relativement aisément, mais son maintien est plus délicat. Les aspérités du fruit dans sa partie distale provoquent des mini-fissures dans les emballages soumis à de fortes tensions.

## II. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux II à VII regroupent l'ensemble des observations. La présentation des résultats par thème permet de

mieux faire ressortir les éléments marquants de l'étude. Des commentaires complémentaires pourront pour chaque essai préciser les conclusions à tirer.

#### 1. — Germination en cours de stockage.

**Le mode de conditionnement en emballage hermétique (EE) apparaît très efficace pour inhiber la germination des noix.** A l'ouverture des sacs étanches, on enregistre en effet le plus souvent, une proportion nulle de noix germées (Tabl. II). Cette inhibition est maintenue tout au long du stockage pour des durées de conservation pouvant aller jusqu'à 8 mois.

Les différences entre traitements lorsqu'elles apparaissent sont infimes, de l'ordre de quelques points. Par contre le stade de maturité des semences influe significativement sur le phénomène. Les noix tournées (t) n'ont jamais germé alors que l'on a enregistré quelques cas dans les objets « noix sèches » (s).

Pour ce dernier type de noix, le pourcentage de germination semble indépendant du temps de stockage. Cela résulte très probablement du degré de maturité avancée de certaines noix dont la germination était entrée dans une phase irréversible mais non visible au moment du conditionnement. Le développement de la plantule est cependant nettement

TABLEAU II. — Pourcentage de germination à l'ouverture des sacs  
(Germination percentage when bags were opened)

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvest and sowing-months)								
		0	2	3	4	5	6	7	8
Traitement (Treatment)									
71	T			0,0		14,0	72,0		
	EE			0,0		0,0	0,0		
	ESV			0,0		0,0	0,0		
	VC.N2			0,0		0,0	0,0		
	AE.N2			0,0		0,0	0,0		
	AE.CO <sub>2</sub>			0,0		0,0	0,0		
75	T (s)	0,0	34,0		44,0		45,5	51,5	50,0
	(t)	0,0	4,0		38,0		35,5	33,5	36,0
	EE (s-d)	0,0	6,5		4,5		2,5	2,5	4,0
	(t)	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0
	ESV (s-d)	0,0	1,0		0,0		1,0	0,0	0,5
	(t)	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0
75 bis (a)	T (s)	0,0	48,1	60,9	65,6	68,0	81,2		
	(t)	0,0	17,3	31,1	52,4	85,4	83,2		
	EE (s-d)	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0		
	(t)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	ESV (s-d)	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,8		
	(t)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

TABLEAU III. — Pourcentage final de germination (y compris les noix germées à l'ouverture)  
(Final germination percentage - including nuts already germinated when bags were opened)

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvesting and sowing-months)								
		0	2	3	4	5	6	7	8
Traitement (Treatment)									
71	T			88,0		85,0	81,0		
	EE			78,0		78,0	67,0		
	ESV			68,0		75,0	49,0		
	VC.N2			73,0		79,0	73,0		
	AE.N2			84,0		78,0	54,0		
	AE.CO <sub>2</sub>			72,0		79,0	60,0		
75	T (s)	92,3	87,4		74,2		51,7	52,9	53,3
	(t)	97,3	93,1		87,5		54,2	41,7	36,9
	EE (s-d)	93,9	82,3		50,8		45,8	38,3	30,8
	(t)	93,1	86,5		84,5		63,4	53,6	45,1
	ESV (s-d)	92,3	86,5		53,6		27,2	35,1	33,9
	(t)	92,6	92,0		76,6		71,8	51,0	29,3
75 bis (a)	T (s)	88,3	89,8	85,6	82,2	81,0	86,4		
	(t)	94,2	90,6	86,3	85,1	91,7	87,4		
	EE (s-d)	85,0	59,2	27,5	14,9	13,1	15,8		
	(t)	92,5	73,3	68,7	70,5	63,2	53,3		
	ESV (s-d)	89,2	37,6	27,6	18,3	9,5	3,1		
	(t)	94,2	69,9	58,2	54,0	59,0	47,8		

ralenti à l'intérieur du sac puisqu'au bout de 8 mois sa longueur n'excède pas 5 cm (longueur atteinte en quelques jours en atmosphère normale).

Comme on pouvait s'y attendre les semences du témoin germent dans les deux mois qui suivent leur conditionnement en sac synthétique. Le pourcentage de germées croît fortement en cours de stockage pour atteindre un palier vers 5-6 mois. Passé ce délai, les conditions favorables de la mise en germe n'améliorent pas de manière très sensible le taux final de germination (Tabl. III).

## 2. — Effet du conditionnement sur la faculté germinative.

Nous apprécierons la qualité des semis par le pourcentage final de germination (Tabl. III) et le nombre de plants sains observés 5 mois après leur mise en place (Tabl. IV).

### a) Pourcentage final de germination.

Le calcul de ce paramètre ne distingue pas le génotype des germes : hybrides ou Nains illégitimes.

Les noix conditionnées en emballage étanche conservent tout ou partie de leur pouvoir germinatif. L'absence de différence significative entre traitements dans l'essai 71 pour ce type d'emballage s'est confirmée dans les expérimentations simplifiées qui ont suivi. **Il apparaît cependant que le conditionnement étanche sans modification de la composition en gaz, simple à mettre en œuvre, semble le plus intéressant pour des stockages de longue durée.**

Plus nettement, le stade de maturité des noix et la durée de stockage s'avèrent prépondérants dans ce genre de manipulation. La prolongation du conditionnement hermétique entraîne une baisse de la germination chez les 2 types de semences. Mais la chute intervient plus tôt et avec plus d'intensité lorsque les noix ont été récoltées sous forme sèche.

Si l'on se réfère aux lots témoins semés après récolte (essais 75 et 75 bis) on observe qu'en moyenne au bout de 4 mois de conservation, les noix sèches ne germent plus qu'à

35 p 100 environ de leur valeur originelle alors que les noix moins mûres atteignent des niveaux satisfaisants (80 p. 100) (Tabl. III).

Il n'est pas très aisé d'expliquer les moindres performances de l'essai 75 bis. On peut néanmoins noter que pour cette phase de l'expérimentation les sacs ont été entreposés dans un magasin mieux ventilé et plus éclairé, ce qui a très certainement favorisé la germination des lots témoins en sacs synthétiques.

### b) Pourcentage de plants sains.

Ce paramètre correspond au rapport entre la quantité de noix semées et le nombre de plantules hybrides dont le développement, 5 mois après le semis, a été jugé normal (Tabl. IV).

Lorsque le stockage n'excède pas 4 mois, les performances du témoin apparaissent tout à fait satisfaisantes. Les proportions de plants sains sont voisines ou supérieures à celles des emballages étanches. La bonne reprise des germes apparus à l'intérieur des sacs s'explique en grande partie par le soin apporté à la manipulation des noix et au suivi des germeaux. Il est clair que dans les conditions réelles du transport maritime, la fréquence des transbordements peut compromettre la survie des semences germées. De ce point de vue on considérera les données de notre étude comme des valeurs de références optimales. Au-delà de 4 mois de conservation, le dessèchement des plantules entraîne d'importantes pertes (40 à 90 p. 100) en particulier dans les lots de noix récoltées sèches.

Pour ce qui concerne les conditionnements étanches, le nombre de plants sains est essentiellement corrélé aux pourcentages de germination. En effet, la part éliminée (germes illégitimes ou anormaux), de l'ordre de 9 p. 100 en moyenne, n'évolue guère dans le temps ou selon le type de noix.

## 3. — Effet du conditionnement sur la vitesse de germination.

Les vitesses de germination exprimées en nombre moyen de jours s'écoulant entre le semis et l'apparition du germe

TABLEAU IV. — Pourcentage de plants sains observé 5 mois après le semis  
(Percentage of healthy seedlings observed 5 months after sowing)

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvesting and sowing-months)								
		0	2	3	4	5	6	7	8
75	Traitement								
	T (s)	88,3	73,3		47,0		5,8	8,3	6,2
	(t)	88,3	90,5		74,1		14,2	10,2	8,2
	EE (s-d)	90,8	68,3		48,3		40,0	33,2	25,8
	(t)	86,7	70,5		82,1		61,8	49,8	40,9
	ESV (s-d)	90,0	80,8		43,7		20,8	30,0	27,2
	(t)	87,5	87,6		74,0		67,7	46,3	24,7
75 bis (a)	T (s-d)	85,0	83,8	81,3	54,3	33,3	15,5		
	(t)	90,8	86,2	83,1	80,7	58,4	50,7		
	EE (s-d)	83,0	54,4	22,5	13,3	13,1	14,3		
	(t)	89,0	68,4	60,9	66,6	58,2	48,3		
	ESV (s-d)	88,0	35,4	26,1	17,6	8,1	3,1		
	(t)	92,4	64,2	55,0	47,3	53,7	42,2		

(relevés hebdomadaires) ne prennent en compte ni les noix illégitimes plus précoces ni les semences germées à l'ouverture des sacs (Tabl. V).

La comparaison des emballages étanches et du témoin pour lequel le pourcentage de noix germées augmente en cours de stockage n'est donc valable qu'en début d'expérience, entre 0 et 4 mois environ.

L'examen des diverses situations montre que les résultats obtenus en emballages étanches sont plus répétitifs que ceux du témoin. Le pourcentage final de germination des noix conditionnées en sacs synthétiques est d'autant plus élevé que l'apparition des germes est rapide.

Dans le cas des conditionnements Bernhardt, il convient de distinguer à nouveau le stade de maturité. Les meilleurs comportements s'observent avec les noix tournées : le temps de stockage dans la fourchette 2-7 mois ne semble pas avoir d'influence sur la vitesse de germination, par ailleurs l'apparition des germes est plus regroupée dans le temps, comme le montre le calcul des écarts-types sur des délais semis-germination (Tabl. VI). Quant aux noix récoltées sous forme sèche, elles ont tendance à germer de plus en plus lentement.

#### 4. — Croissance des plants.

Une mesure ponctuelle de la hauteur des plants a été réalisée sur l'ensemble des semis au bout de 4 ou 6 mois (Tabl. VII). Pour les raisons déjà citées (pourcentages élevés de germination à l'ouverture des sacs synthétiques), la comparaison des différents objets au témoin n'a pas de véritable sens. En se référant aux caractéristiques des lots

semés directement, on constate que la croissance peut être légèrement ralentie notamment si les noix sont récoltées à parfaite maturité (objet (s)).

#### 5. — Aspect des noix.

Les résultats que nous venons de décrire montrent sans ambiguïté que les conditionnements en emballage hermétique modifient la physiologie de la semence. On peut penser que la respiration est ralentie, sans pour autant être inhibée, du moins au cours des premières semaines de stockage. Au bout de 2 mois on constate en effet à l'ouverture des sacs une humidité sur les noix et la paroi interne de la poche. Cette transpiration et l'atmosphère confinée favorisent le développement de moisissures. On a pu identifier les genres suivants très communs sur les semences : *Diplodia*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Curvularia* et un mycélium de Basidiomycetes. Ces champignons s'observent aussi bien sur noix tournées que sur noix sèches.

Des essais de désinfection ont été entrepris en se limitant au conditionnement de noix tournées en emballage étanche (EE). Le tableau VIII regroupe les différentes formules testées à ce jour. Après 2 mois de stockage il apparaît que la meilleure solution consiste en un poudrage au Dithane des semences préalablement conditionnées, à raison de 27 g de produit commercial par sac de 30 noix. Les traitements par trempage s'avèrent totalement inefficaces. L'emploi du Dithane, s'il protège parfaitement 70 p. 100 des emballages, n'offre probablement pas de spectre d'action suffisamment large pour être utilisé exclusivement. Le test de nouvelles

TABLEAU V. — Nombre de jours s'écoulant entre le semis et l'apparition du germe  
(Number of days between sowing and appearance of the germ)

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvesting and sowing-months)								
		0	2	3	4	5	6	7	8
Traitement (Treatment)									
71	T			33,6		13,3	25,6		
	EE			52,5		55,3	57,2		
	ESV			51,8		52,5	50,9		
	VC.N2			53,9		53,2	56,2		
	AE.N2			53,9		52,9	53,1		
	AE.CO <sub>2</sub>			53,9		55,3	56,2		
75	T (s-d)	48,0	56,7		68,1		68,3	(1) —	—
	(t)	65,9	50,7		67,4		81,0	—	—
	EE (s-d)	48,2	51,8		65,3		69,8	77,4	74,7
	(t)	64,6	56,2		60,7		64,4	66,8	69,5
	ESV (s-d)	49,6	43,4		60,1		70,5	74,9	77,8
	(t)	62,2	60,8		71,1		69,7	69,3	78,6
75 bis (a)	T (s)	59,9	43,5	44,4	47,7	—	—		
	(t)	67,9	37,2	33,0	37,7	—	—		
	EE (s-d)	64,6	38,8	50,7	58,0	56,8	56,0		
	(t)	64,3	54,7	54,5	56,5	57,1	56,0		
	ESV (s-d)	64,0	43,7	53,5	62,0	61,9	70,7		
	(t)	66,1	54,3	51,2	58,7	58,4	60,6		

(1) Nous avons omis les valeurs du témoin, aberrantes lorsque les pourcentages de noix germées à l'ouverture sont élevés (Control values have been left out since they are misleading if the percentage of germinated nuts is high when bags are opened.)

TABLEAU VI. — **Appréciation du regroupement des sorties de germes par la mesure de l'écart-type des délais semis-germination**  
(Assesment of germ emergence grouping by measuring sowing-germination time standard deviation)

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvesting and sowing-months)	0	2	3	4	5	6	7	8
Traitements (Treatment)									
71	T			10,5		12,2	—		
	EE			4,6		4,4	6,6		
	ESV			4,5		6,8	8,3		
	VC.N2			4,9		5,9	8,8		
	AE.N2			4,7		5,2	7,5		
	AE.CO <sub>2</sub>			6,5		8,0	9,1		
75	T (s)	19,1	21,0		28,4		—	—	—
	(t)	15,5	19,7		31,8		—	—	—
	EE (s-d)	20,7	20,2		24,1		13,8	11,3	13,6
	(t)	12,1	9,3		11,9		8,8	13,3	14,3
	ESV (s-d)	21,7	17,4		17,2		9,2	14,6	16,2
	(t)	12,2	19,4		18,5		13,8	16,1	15,5
75 bis (a)	T (s)	18,3	25,4	24,0	23,1	—	—		
	(t)	15,9	17,0	16,0	16,6	—	—		
	EE (s-d)	15,8	14,2	7,8	8,2	9,7	10,0		
	(t)	16,1	8,4	8,3	8,2	9,7	10,0		
	ESV (s-d)	19,0	15,7	9,6	10,2	13,8	15,6		
	(t)	15,6	7,2	7,5	8,6	10,2	9,2		

TABLEAU VII. — **Hauteur du plant à 4 ou 6 mois**  
(Seedling height at 4 or 6 months)  
— cm —

Essai (Trial) N°	Durée entre récolte et semis (mois) (Time between harvesting and sowing-months)	0	2	3	4	5	6	7	8
Traitements (Treatment)									
71 4 mois (4 months)	T			77		80	102		
	EE			64		70	69		
	ESV			62		71	65		
	VC.N2			62		71	73		
	AE.N2			64		72	70		
	AE.CO <sub>2</sub>			62		65	67		
75 6 mois (6 months)	T (s-d)	105	101		88		54	59	—
	(t)	97	97		89		67	54	—
	EE (s-d)	105	81		76		63	79	69
	(t)	95	87		75		75	75	82
	ESV (s-d)	106	95		74		57	69	69
	(t)	96	91		74		68	66	66
75 bis (a) 6 mois (6 months)	T (s)	108	102	121	102	103	—		
	(t)	94	107	128	132	115	—		
	EE (s-d)	108	84	82	90	81	82		
	(t)	93	99	95	101	98	99		
	ESV (s-d)	106	82	81	82	77	78		
	(t)	96	97	99	97	94	95		

TABLEAU VIII. — Essai de désinfection de la semence avant conditionnement en sac étanche.  
(Seed disinfection trial, before being packed in sealed bags)

Produit commercial (Commercial product)	Forme (Form)	Matière active (Active ingredient)	Dose (P C -C.P.)	Type de traitement (Type of treatment)
Fungazil	liquide (Liquid)	imazalil	0,5l/hl 1,0l/hl	Trempage 3 min avec mouillant (Soaking 3 min with wetting agent)
Pelt 44	poudre (Powder)	thiophanate de méthyl	500g/hl 1 000g/hl 35g/sac 17g/sac	Trempage 3 min avec mouillant (Soaking 3 min with wetting agent) Poudrage (Dusting)
Peltar	poudre (Powder)	manèbe + thiophanate de méthyl	500g/hl 1 000g/hl 50g/sac 25g/sac	Trempage 3 min avec mouillant (Soaking 3 min with wetting agent) Poudrage (Dusting)
Daconil	poudre (Powder)	chlorathalonil	500g/hl 1 000g/hl 55g/sac 27g/sac	Trempage 3 min avec/sans mouillant (Soaking 3 min with/without wetting agent) Poudrage (Dusting)
Dithane	poudre (Powder)	mancozèbe	500g/hl 1 000g/hl 55g/sac 27g/sac	Trempage 3 min avec/sans mouillant (Dusting) Poudrage (Soaking 3 min with/without wetting agent)
Manate 80	poudre (Powder)	manèbe	500g/hl 1 000g/hl 55g/sac 27g/sac	Trempage 3 min avec/sans mouillant (Soaking 3 min with/without wetting agent) Poudrage (Dusting)
Eau de javel (Bleach)	liquide (Liquid)		3,5l/20l 7,0l/20l	Trempage 3 min (Soaking 3 min)
Formol	liquide (Liquid)		2,5l/20l 4,0l/20l	Trempage 3 min (Soaking 3 min)

Remarques — Mouillant = 50 ml d'Adhesol/100 l (Wetting agent = 50 ml of Adhesol/100 l).  
— Eau de javel à 8° de chlore (Bleach at 8° chlorine)  
— Le traitement par trempage est suivi d'un séchage de quelques heures sur une aire cimentée (Soaking is followed by drying for a few hours on a concreted surface)

molécules devrait permettre de progresser dans ce domaine et garantir une présentation acceptable par les Services de Protection phytosanitaire.

### CONCLUSION

Cette première série d'essais montre qu'il est possible, dans certaines limites, de retarder la germination de la semence de cocotier par simple conditionnement des noix dans des emballages hermétiques opaques. Dans l'état actuel des connaissances, il est préférable d'employer cette terminologie plutôt que de parler de conservation en atmosphères contrôlées.

C'est à cet aspect du problème que les prochains travaux devront être consacrés si l'on souhaite comprendre les mécanismes qui entrent en jeu et rendre plus performante cette technique.

Le stockage en sac étanche, dont la mise en œuvre est relativement aisée, permet d'inhiber temporairement le

processus de germination sans affecter la faculté à germer de la graine dans la limite de 4 mois de conservation. Au-delà, les résultats plus aléatoires se traduisent par une baisse du taux de germination liée à l'altération du jeune embryon et une chute de pourcentage de plants sains.

Il s'avère par ailleurs indispensable de récolter des noix mûres dont l'épiderme est encore coloré et non desséché. Ce stade correspond chez le Nain Jaune Malaisie à des fruits âgés d'environ 10-11 mois. On minimise ainsi les risques de germination en cours de stockage. Par la suite, la germination est plus homogène, dépassant le seuil de 70 p. 100 préconisé pour l'exploitation de semis industriels d'hybrides PB-121.

La possibilité de stocker les semences pendant 4 mois représente déjà un progrès. Cependant, dans ce domaine, l'idéal serait de disposer d'une méthode de conservation d'une année, soit le délai nécessaire pour la production de la semence. Avec un minimum de pertes, l'efficacité de l'exploitation des champs semenciers serait accrue, permettant de



regrouper les semis et d'obtenir des pépinières parfaitement homogènes.

Un stockage plus sophistiqué, conjugant le véritable contrôle de l'atmosphère et l'emploi de températures basses, devrait permettre d'atteindre cet objectif, tout en annulant le développement des moisissures qui représente un handicap certain pour le passage des frontières.

Avant d'envisager de généraliser l'emploi de l'emballage étanche à tous les types de noix, quelles que soient leur taille

et leur composition, il est nécessaire de passer par une phase complémentaire de test.

Précisons pour conclure que le conditionnement en sac étanche n'est pas adapté pour l'heure à la conservation du fruit défilé consommé en frais. En effet on observe en tout début de stockage l'apparition du germe. Même si, par la suite, le développement de l'embryon est bloqué, cette amorce de germination rend la noix impropre aux exigences du marché.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] TAFFIN G. de, WUIDART W (1981) — Précautions à prendre avec des semences de cocotier ayant effectué un long voyage (trilingue, fr., angl., esp) *Oléagineux*, 36, n° 8-9, p 429-432 (Conseil de l'IRHO n° 217)
- [2] ROUZIÈRE A. (1986) — Stockage des semences d'arachide décortiquées en atmosphères contrôlées: I. — Essais préliminaires 1979-1982 (bilingue fr., angl.). *Oléagineux*, 41, n° 7, p 329-344
- [3] ROUZIÈRE A. (1986). — Stockage des semences d'arachide décortiquées en atmosphères contrôlées: II. — Essais de pré vulgarisation 1983-1985 (bilingue fr., angl.). *Oléagineux*, 41, n° 11, p 507-518
- [4] WUIDART W, NUCÉ de LAMOTHE M de (1981). — Maturité des semences de cocotier et germination (bilingue fr., angl) *Oléagineux*, 36, n° 11, p. 555-562

## SUMMARY

### Coconut seed preservation in sealed packages.

J. P. LE SAINT, G. de TAFFIN and G. BÉNARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 1, p. 15-25

An experiment carried out at the Marc Delorme Station (Côte d'Ivoire) in conjunction with the Bernhardt Company (France) shows that it is possible to preserve coconut seeds by packing them in sealed packages. This technique retards germination of the nut, which has no natural dormancy. Packing in a simple sealed bag, with neither vacuum nor atmospheric enrichment with nitrogen or carbon dioxide, seems, for the time being, to be the most satisfactory and simplest solution to apply. If care is taken to harvest mature nuts with an epidermis that is still coloured, it is possible to preserve seednuts for 4 months without affecting their germinating capacity. Moreover, it is essential to treat the nuts by dusting, so as to limit common mould development which is favored by the confined atmosphere in the bag and the nuts' high water content.

## RESUMEN

### Conservación de las semillas de cocotero en embalaje hermético

J. P. LE SAINT, G. de TAFFIN y G. BÉNARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 1, p. 15-25.

Una experimentación realizada en la Estación Marc-Delorme (en Côte d'Ivoire), en colaboración con la sociedad Bernhardt (Francia) muestra que se puede conservar las semillas de cocotero dentro de embalajes herméticos. Esta técnica permite aplazar la germinación de la nuez que no tiene vida latente natural. El acondicionamiento en simple bolsa hermética sin establecer vacío en ésta y sin enriquecer la atmósfera con nitrógeno o gas carbónico resulta ser de momento la solución más satisfactoria y más sencilla de establecer. Como se procure recoger nueces maduras de epidermis coloreada aún, las semillas, pueden conservarse durante 4 meses sin que su poder germinativo se halle afectado. Por otro lado, las nueces pueden tratarse por espolvoreo para limitar el desarrollo de mohos comunes que viene favorecido por el confinamiento de la atmósfera de la bolsa y el alto contenido de agua en el fruto.

## Coconut seed preservation in sealed packages

J P. LE SAINT (1), G. de TAFFIN (2) and G. BÉNARD (3)

### INTRODUCTION

The coconut is a fruit which, among other particularities, contains a seed without dormancy. When the fruit is ripe, the germination process begins as soon as the temperature, humidity and oxygenation conditions are suitable. These conditions all occur naturally throughout the coconut growing zone.

This lack of dormancy poses a serious problem where seednuts are involved. In addition to the high cost of producing planting material, considerable transport costs are frequently incurred. Given the volume of the seednut (1 000 nuts take up approximately 4 m<sup>3</sup>) sea transport is usually the only solution. Transport by boat is slow and not very regular. Matters are further complicated when one or two further trans-shipments are necessary because their is no direct connection. Transport through temperate regions can only take place during warm weather, so as to avoid freezing temperatures which affect the nut's germinating capacity.

Germination which occurs in transit at ambient temperature, leads to not inconsiderable losses. Non-chlorophyllous seedlings break or become dehydrated before they are placed in the seedbed. Of course, in certain circumstances, special care makes it possible to

(1) IRHO-CIRAD Breeding Service, Marc-Delorme Coconut Station 07 B.P. 13 Abidjan 07 (Côte d'Ivoire)

(2) Director, Marc-Delorme Coconut Station

(3) IRHO-CIRAD Coconut Division, 11, Square Pétrarque, 75116 Paris (France).

recover some of the seeds with precocious germination, which are of excellent genetic value [1]. There are also constraints associated with Phytosanitary Quarantine Services, which may block the importation of germinated nuts or insist on their being disinfected again, which is not usually in the best interests of young seedlings.

Slowing down or halting germination of coconut seednuts can be approached in two simple ways: by studying preservation possibilities at low temperatures, or in a controlled atmosphere.

It was determined by trial and error that a temperature of around 15 °C slowed down the germination process without affecting germinating capacity. This was checked during a shipment of seeds from Côte d'Ivoire to Indonesia in containers at a thermostatically controlled temperature of 15 °C. Under these conditions, temperature regulation protects the germs from cold which could kill them and enables them to be transported via more northern latitudes.

The high cost of this type of transport considerably limits its utilization, which is why the Marc-Delorme station has embarked upon an experiment involving nut preservation in sealed packages. Despite the very particular nature of the coconut (large volume and existence of liquid endosperm inside the cavity), it seemed a worthwhile venture to apply this packaging process, which has already been used for numerous plant species notably groundnut [2, 3].

This article sets out to give a rundown of the results obtained in this field and indicate prospects.

## I. — MATERIAL AND METHOD

Three trials numbered 71, 75 and 75a were set up in succession. For each of them, the planting material and packaging were the same, the only difference being the composition of the atmosphere and the preservation period.

### 1. — Planting material.

It was natural to base the experiment on the PB-121 hybrid or MAWA (Malayan Yellow Dwarf × West African Tall) which germinates rapidly (7 to 8 weeks) and has a large share in seed exchanges. The nuts were produced by assisted pollination. Around 5 p. 100 Dwarf illegitimates with yellow germs were detected in each batch.

### 2. — The Bernhardt process (1).

Industrial application of the Bernhardt packaging process to extremely varied products guaranteed the quality of the seal. For our experiment, a compound: 50 g/m<sup>2</sup> Kraft paper + 12 micrometer aluminium sheet + 80 g/m<sup>2</sup> polyethylene was proposed to us (Fig. 1). Its permeability characteristics with respect to gases are noteworthy (e.g. under 2 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per 24 hours for oxygen).

This main packaging can be enclosed in a parallelepiped carton. The bag-carton structure formed in this way before packing provides for optimum occupation of available space. Each bag has a capacity of around 120 litres and can hold 25 to 30 nuts (Fig. 2). The process proposes vacuum packing by extracting the atmosphere inside the bag, after filling, via suction pipettes slid in through the neck of the bag which is kept hermetically closed by rubber pressure bars (Fig. 3). A gas (e.g. nitrogen or CO<sub>2</sub>) can be injected via the same circuit. Once the desired pressure has been reached and the pipettes removed, the bag is heat-welded.

### 3. — Protocols for packaging trials.

Table I summarizes the 3 experiment protocols. To make it more clear, we define below the main elements and make a few additional comments.

#### a) Definition.

##### Treatments

In all, 6 treatments, i.e. 6 packaging methods, were studied, these were:

— the control (C): packaging in synthetic bags usually used for nut transport,

— and 5 types of sealed packaging:

● *sealed package (EE): hermetically sealed bag without modifying the composition of the atmosphere,*

● *vacuum packing (ESU),*

● *nitrogen compensated vacuum packing (VC.N2),*

● *nitrogen enriched atmosphere (AE.N2),*

● *carbon dioxide enriched atmosphere (AE.CO<sub>2</sub>).*

#### Length of storage

Storage times varied from 0 (control) to 6 or 8 months.

#### Stages of nut maturity

The export of a large volume of seednuts for vast planting programmes leads to mature nuts of different ages being harvested. It therefore seemed worthwhile distinguishing between two easily identifiable stages of maturity. The first precocious (the epiderm of the nuts is still coloured) and the second more advanced (the epiderm is then dry and greyish brown). These nuts are respectively called « turning » and « dry » seednuts respectively. The difference in age between these two types of nuts is approximately 1 month [4].

#### Statistical designs and number of replications

The experiments were carried out according to a factorial design, with the number of replications varying from 2 to 5.

#### b) Comments.

For practical reasons, the first experiment (trial 71) was carried out jointly at the Marc Delorme Station and at the Bernhardt Company, Boulogne-sur-Mer in northern France. It was possible to conduct the other two experiments (trials 75 and 75a) entirely in Côte d'Ivoire after a packaging unit was acquired. The storage times indicated in table I are therefore not totally comparable. All the nuts in trial 71 were packed in aerated synthetic bags for 42 days, the time required for them to be transported from Côte d'Ivoire to France. On the other hand, for the rest of the experiment, the time between harvesting and packaging was reduced to a minimum (3-4 days).

### 4. — Seal quality.

Generally speaking, application of the Bernhardt process to coconut preservation presents no major difficulties. In practice, however, it is easier to pack seeds in simple sealed packaging (SP), with no vacuum. In effect, pressure reduction can be achieved quite easily, but maintaining it is a more delicate matter. The roughness of the fruit in its distal section cause microscopic splits in tightly stretched packages.

## II. — RESULTS AND DISCUSSION

Tables II to VII group together all the observations made. The results are indicated per topic, so as to highlight the prominent elements of the study. Additional comments may specify the conclusions to be drawn from each trial.

### 1. — Germination during storage.

**Packing in sealed packages (EE) seems to be an effective way of impeding nut germination.** When the bags are opened, it is usually seen that no nuts have germinated (Table II). This inhibition is maintained throughout storage for periods of up to 8 months.

The differences between treatments, when there are any, are tiny — a few percentage points or so. On the other hand, the seednut maturity stage significantly affects this phenomenon. Turning (t) nuts never germinated whereas there are a few cases in the dry (d) nuts.

For this latter type of nut, the germination percentage appears to be unconnected with storage time. This most probably results from the advanced degree of maturity of certain nuts whose germination had entered an irreversible, but invisible, phase when they were packed. Nonetheless, seedling development is considerably slowed down inside the bag, since, after 8 months, it does not exceed 5 cm long (length reached in a few days in the normal atmosphere).

As could be expected, the seeds of the control germinated within two months after being packed in synthetic bags. The percentage of germinated seeds increases substantially during storage, levelling out at 5-6 months. After this period, conditions suitable for transfer to the seedbed do not significantly improve the final germination rate (Table III).

### 2. — Effect of packing on germination capacity.

Sowing quality will be judged according to the final germination rate (Table III) and the number of healthy seedlings observed 5 months after the seeds were placed in the seedbed (Table IV).

#### a) Final germination percentage.

Calculation of this parameter does not distinguish between germ genotypes: hybrids or illegitimate dwarfs.

(1) Etablissements Bernhardt, Direction Commerciale, 27, rue du Dessous-des-Berges, 75013 Paris (France) — Tél.: (1) 45 86 15 40.

Nuts packed in sealed packages retain all or part of their germinating capacity. The absence of any significant difference between treatments in trial 71 for this type of packaging is confirmed in the simplified experiments which followed. **Nonetheless, packing in sealed packages without modifying the gas composition, which is easy to carry out, seems to be best for long storage periods.**

More precisely, the nut maturity stage and the length of storage prove to be of utmost importance in this type of operation. A longer time in sealed packages leads to a drop in germination for both types of seeds, but the drop is sooner and steeper when the nuts were harvested in dry form.

Reference to control batches sown after harvesting (trials 75 and 75a) reveals that after 4 months in storage, dry nuts only germinate up to about 35 p. 100 of their original capacity, on average, whereas less mature nuts reach satisfactory levels (80 p. 100) (Table III).

It is not very easy to explain the poorer results of trial 75a. It can nonetheless be seen that for this phase of the experiment, the bags were stocked in a better ventilated and lighter store, which undoubtedly favoured germination of the control batches in synthetic bags.

#### b) Percentage of healthy plants.

This parameter corresponds to the ratio between the quantity of nuts sown and the number of hybrid seedlings whose development 5 months after sowing was judged normal (Table IV).

When storage does not exceed 4 months, the performance of the control appears perfectly satisfactory. The proportion of healthy plants is close to or better than that for sealed packages. The good striking of germs which sprouted inside the bags can be explained, for a large part, by the care taken in handling the nuts and the way the seedbeds are run. It is obvious that, under true sea transport conditions, the frequency of trans-shipments may jeopardize the survival of germinated seeds. From this point of view, the data of our study should be considered as optimum reference values. Beyond 4 months' storage, drying out of seedlings leads to substantial losses (40 to 90 p. 100), especially in batches of nuts harvested when dry.

As regard the sealed packages, the number of healthy seedlings is mostly correlated to germination percentages. In fact, the eliminated proportion (illegitimate or abnormal germs), which amounts to around 9 p. 100 on average, hardly develops with time or according to the type of nut.

### 3. — Effect of packing on germination speed.

Germination speeds expressed as the average number of days between sowing and appearance of the germ (weekly records) take into account neither more precocious illegitimate nuts, nor the seeds which had already germinated when the bags were opened (Table V).

A comparison between sealed packages and the control, for which the percentage of germinated nuts increases with storage time, is therefore only valid at the beginning of the experiment, between 0 and 4 months approximately.

Examination of the various situations shows that the results obtained in sealed packages are more repetitive than those obtained with the control. The final germination percentage for nuts packed in synthetic bags is all the greater the faster the germs appear.

In the case of Bernhardt packages, the maturity stage needs to be distinguished once again. The best performances are seen with turning nuts: storage times within a range of 2-7 months do not seem to affect germination speed; in addition, germs appear closer together in time, as shown by the calculation of standard deviation on the time taken between sowing and germination (Table VI). Nuts harvested when dry have a tendency to germinate more and more slowly.

### 4. — Plant growth.

The height of seedlings was measured for all the sowings after 4 or 6 months (Table VII). For reasons already mentioned (high germi-

nation percentage when synthetic bags were opened), comparing different treatments to the control is meaningless. By referring to the characteristics of batches sown directly, it can be seen that growth may be slightly slowed down, especially if nuts are harvested when perfectly mature (treatment (d)).

### 5. — Appearance of nuts.

The results we have just described show without ambiguity that packing in sealed packages modifies seed physiology. It can be assumed that respiration is slowed down, though without being inhibited, at least during the first weeks of storage. After 2 months, humidity is seen on the nuts and the inner wall of the sealed bag when opened. This transpiration and the confined atmosphere favour mould development. The following genera, which are very common on seeds, were identified: *Diplodia*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Curvularia* and a Basidiomycete mycelium. These fungi are seen both on turning nuts and dry nuts.

Disinfection trials were conducted, though limited to turning nuts packed in sealed packages (EE). Table VIII lists the formulas tested to date. After 2 months of storage, it seems that the best solution consists in dusting nuts with Dithane in the packages, at a rate of 27 g of commercial product per bag of 30 nuts. Soaking treatments prove to be totally ineffective. Whilst using Dithane protects 70 p. 100 of the packages, it probably does not offer a wide enough spectrum of action to be used alone. Tests on new molecules should enable progress to be made in this field and guarantee a presentation acceptable to the Phytosanitary Protection Services.

### CONCLUSION

This first set of tests shows that it is possible, within certain limits, to delay coconut seednut germination simply by packing them in sealed opaque bags. At the present state of knowledge, it is preferable to use this terminology rather than speaking of storage in a controlled atmosphere.

It is this aspect which needs to be dealt with next, in order to understand the mechanisms that come into play and render this technique more effective.

Storage in sealed bags, which is relatively easy to carry out, makes it possible to temporarily inhibit the germination process for up to 4 months in storage, without affecting the seednut's germination capacity. After this time, results are more uncertain and reveal a drop in the germination rate, associated with alteration of the young embryo, along with a fall in the percentage of healthy seedlings.

In addition, it proves essential to harvest mature nuts with an epidermis which is still coloured and not dried out. For the Malayan Yellow Dwarf this stages corresponds to nuts about 10-11 months old. The risks of germination during storage are thus minimized. Thereafter, germination is more uniform and exceeds the 70 p. 100 recommended for exploitation of PB-121 commercial sowings.

The possibility of storing seeds for up to 4 months is already a considerable step forward. Nonetheless, the ideal situation would be to have a method enabling storage up to a year, i.e. the time required for seed production.

With minimum losses, the effectiveness of seed garden operations would be increased, making it possible to group sowing times and obtain perfectly homogeneous nurseries.

More sophisticated storage methods combining actual atmospheric control and the use of low temperatures, should make it possible to reach this goal, also eliminating mould development which is a definite handicap for making progress.

Additional tests are required before the sealed package method can be generalized to all types of nuts, whatever their size and composition.

To conclude, we would point out that packing in sealed bags is not adapted, for the time being, to nuts whose fibre has been removed ready to be consumed fresh. Indeed, the germ appears right at the beginning of storage. Even though embryo development is subsequently halted, the beginnings of germination make these nuts unacceptable to the market.