

La préparation industrielle des semences d'arachide prêtes à l'emploi : l'expérience du Sénégal

II – Traitement, conservation et comportement au champ(1)

Industrial preparation of ready-to-use groundnut seeds: the experience of Senegal

II – Treatment, preservation and field performance(1)

A. ROUZIERE⁽²⁾

Résumé. — Dans la préparation industrielle des semences d'arachide prêtes à l'emploi, le traitement fongicide-insecticide constitue une étape-clef, qui, en assurant une protection efficace vis à vis des parasites des stocks et des maladies de la levée, garantit à double titre la réussite finale du procédé. Cependant, la mise en oeuvre de l'opération pose des problèmes en pays sahélier, dont la résolution nécessite de pouvoir disposer de produits et de matériels vraiment adaptés. Le stockage intermédiaire des semences traitées doit lui aussi être réalisé selon une procédure adéquate ; les avantages et inconvénients des deux procédés disponibles, le stockage réfrigéré et le conditionnement-stockage en atmosphère modifiée, sont présentés et comparés. Le comportement au champ des semences produites lors de ces essais est ensuite décrit, à partir des résultats obtenus en conditions paysannes et en station, et des éléments sont donnés sur l'accueil qu'elles ont reçu de la part des utilisateurs. L'article s'achève sur l'analyse des perspectives réelles de développement de ce procédé nouveau en Afrique.

Mots clés. — Arachide, semences prêtes à l'emploi, Sénégal, traitement et enrobage des semences, stockage en atmosphère modifiée.

Abstract — Fungicide-insecticide treatment is a key stage in the industrial preparation of ready-to-use groundnut seeds. It ensures effective protection against parasites in stocks and diseases on emergence, thereby providing a double guarantee of a successful outcome of the procedure. However, proceeding with this operation in the countries of the Sahel poses problems, which can only be solved if appropriate products and equipment are used. A suitable procedure also has to be followed for the intermediate storage of treated seeds. The advantages and drawbacks of the two procedures available - refrigerated storage and packaging-storage in a modified atmosphere - are described and compared. The field performance of seeds produced during these trials is then described, according to the results obtained on smallholdings and on stations, and an indication is given of the reception they received from users. The article finishes with an analysis of the true prospects for developing this new procedure in Africa.

Key words — Groundnut, ready-to-use seeds, Senegal, seed treatment and coating, storage in a modified atmosphere.

INTRODUCTION

La préparation industrielle des semences d'arachide prêtes à l'emploi a été étudiée au Sénégal de 1985 à 1990 dans le cadre d'une collaboration SONACOS-ISRA-CIRAD-IRHO. Suite à la réalisation d'essais préliminaires de comparaison et de mise au point de matériels de préparation de graines décortiquées triées, une unité pilote de production de semences a été définie et testée. Les différentes étapes de la fabrication ont été étudiées : décortiquage mécanique, tri colorimétrique, traitement fongicide-insecticide, et conditionnement-stockage en atmosphère modifiée. Une première partie de cet article a été consacrée aux deux premières opérations unitaires du procédé de fabrication, qui permettent de préparer les semences décortiquées-triées. Les étapes suivantes sont abordées dans cette seconde partie, qui présente également les résultats obtenus au champ et les perspectives de développement du procédé.

INTRODUCTION

The industrial preparation of ready-to-use groundnut seeds was studied in Senegal from 1985 to 1990 in a joint operation by SONACOS-ISRA-CIRAD/IRHO. Following preliminary trials to compare and develop equipment for the preparation of sorted shelled seeds, a pilot seed production unit was defined and tested. The different manufacturing stages were studied: mechanical shelling, colorimetric sorting, fungicide-insecticide treatment and packaging-storage in a modified atmosphere. The first part of this article described the first two unit operations in the manufacturing process, which deliver shelled and sorted seeds. This second part describes the subsequent stages, presents the results obtained in the field and indicates the prospects for developing the procedure.

(1) La première partie de cet article a paru dans *Oléagineux*, 1992, 47 (11) 649-659

(2) Chimie-Technologie CIRAD-CP, B P 5035, 34032 Montpellier (France)

(1) The first part of this article appeared in the November 1992 issue of *Oléagineux*, pp 649-659

(2) CIRAD-CP Chemistry-Technology, B P 5035 34032 Montpellier (France)

TRAITEMENT DES SEMENCES

Cette opération, dont l'intérêt est reconnu depuis longtemps déjà (Schiffers, 1988), vise à protéger les graines et les plantules qui en résultent contre les maladies et ravageurs pouvant les détruire ou affecter leur vitalité (Jeffs, 1986 ; Scott, 1989). Les études sur la protection de la levée ont débuté aux U.S.A. dans les années quarante (APREA, 1973), mais le traitement des semences ne s'est vraiment développé que vingt ans après, avec la généralisation de leur préparation industrielle, qui s'accompagne toujours d'un accroissement de la sensibilité des graines aux microorganismes responsables des fontes de semis (Backman, 1976 ; Narasimhulu, 1989).

Au Sénégal le traitement fongicide-insecticide des semences est vulgarisé depuis longtemps. Réalisé sous forme de poudrage, il permet d'accroître les densités de 10 à 30 points (Bour, 1991). Malheureusement, l'application manuelle du produit ne répond pas toujours aux recommandations de la vulgarisation, d'où parfois l'obtention de mauvaises levées et de rendements médiocres à la récolte. La composante "traitement" est donc apparue incontournable dans le cadre de la préparation des semences prêtes à l'emploi, et la SONACOS⁽³⁾ a dû s'équiper en conséquence. Il a fallu choisir la technologie adéquate, c'est à dire un matériel efficace et une formulation fongicide-insecticide adaptée.

Procédés de traitement

Les différents systèmes disponibles peuvent être regroupés en trois grandes catégories selon l'importance des apports de matière (Dupont, 1987) : traitement en "semences nues", dans lequel les semences ne reçoivent que la formulation phytosanitaire, par voie sèche (poudrage) ou humide (bouillie) ; pelliculage, où les matières actives sont fixées sur la semence par un polymère formant un film protecteur (Clayton, 1987 ; Halmer, 1987) ; et enrobage, qui, outre l'apport de matières actives, permet de modifier le volume et la forme des graines traitées par agrégation de matériaux divers (Morin, 1984). Bien que les deux dernières techniques présentent un potentiel supérieur d'amélioration de la qualité des semences, c'est le traitement en "semences nues" qui a été retenu en 1985 pour l'équipement de la chaîne pilote de la SONACOS. En effet, ce procédé ne requiert qu'un matériel simple, largement éprouvé dans de nombreuses situations. Ce dernier est composé essentiellement, de l'amont vers l'aval, d'une alimentation permettant de régler le débit de graines, d'un système de dosage et de distribution des produits à appliquer, et d'un tambour de malaxage destiné à améliorer leur répartition entre les graines à traiter.

Efficacité du matériel

Dans le cas de l'équipement Gustafson monté au Sénégal⁽⁴⁾, le dosage de la formulation est relié mécaniquement au débit de semences, ce qui garantit, en principe, le respect global de la dose à appliquer (Fig. 1). Cependant, avec ce type d'appareil, la distribution des produits, réalisée au niveau de la goulotte de descente, n'affecte que moins de 20% des semences qui, de ce fait, reçoivent une dose très supérieure aux besoins. L'étape suivante de malaxage devrait assurer la redistribution de la bouillie dans l'ensemble des semences, mais, en climat sahélien, la sécheresse des semences est telle que la bouillie aqueuse est déshydratée dès son dépôt sur les graines. Dans ces conditions, son transfert ultérieur est rendu difficile, d'où une variabilité anormale du

SEED TREATMENT

This operation, whose merits have already been acknowledged for many years (Schiffers, 1988), is designed to protect seeds and the resulting seedlings from diseases and pests likely to destroy them or adversely affect their vitality (Jeffs, 1986; Scott, 1989). Studies on emergence protection began in the USA in the 1940s (APREA, 1973), but seed treatment only really got off the ground 20 years later, with the generalization of their industrial preparation, which always results in a substantial increase in seed susceptibility to microorganisms responsible for damping off (Backman, 1976; Narasimhulu, 1989).

In Senegal, seeds have received fungicide-insecticide treatment on a routine basis for many years, and dusting the seeds has led to 10-30 point increases in planting densities (Bour, 1991). Unfortunately, manual application of the product does not always comply with the recommendations made by extension agents and poor emergence and mediocre harvests are sometimes seen. The treatment aspect thus became an unavoidable part of ready-to-use seed preparation and SONACOS⁽³⁾ had to acquire the corresponding equipment. The appropriate technology had to be chosen, i.e. efficient equipment and the right fungicide-insecticide formulation.

Treatment procedures

The different systems available can be split into three main categories according to the amount of product applied (Dupont, 1987): simple seed treatment, where the seeds only receive the phytosanitary formulation, in either dry (powder) or wet (slurry) form; film-coating, where the active ingredients are fixed onto the seed by a polymer forming a protective film (Clayton, 1987; Halmer, 1987); and coating which, in addition to providing active ingredients, changes the volume and shape of the treated seeds through aggregation of various materials (Morin, 1984). Although the last two techniques offer a higher potential of improving seed quality, it is the "bare seeds" treatment that was chosen in 1985 for the equipment in the SONACOS pilot line. In fact, this procedure only requires simple equipment that has been tried and tested in numerous situations. The line comprises a feed system through which the seed flow can be regulated, a chemical product dosing and distribution system and a mixing drum designed to improve product distribution between the seeds to be treated.

Equipment efficiency

In the case of the Gustafson equipment assembled in Senegal⁽⁴⁾, formulation dosing is linked mechanically to the seed flow rate, which, in principle, guarantees the overall respect of the dose to be applied (Fig. 1). However, with this type of equipment, product distribution, which is via a downspout, only reaches 20% of the seeds, which consequently receive much more product than required. The subsequent mixing stage should redistribute the slurry to the rest of the seeds, but in the Sahel climate, the dryness of the seeds is such that the aqueous slurry is dehydrated as soon as it is deposited on the seeds. Under these conditions, subsequent transfer is difficult, leading to abnormal variability

(3) SONACOS: Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du Sénégal, 32-36 rue du Docteur Calmette, B.P. 639, Dakar (Sénégal)

(4) Gustafson SS-AMP Seed Treater, Gustafson International Inc., 6350 LBJ Freeway, Suite 180, Dallas, Texas (USA)

(3) SONACOS Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du Sénégal, 32-36 rue du Docteur Calmette, B.P. 639, Dakar (Sénégal)

(4) Gustafson SS-AMP Seed Treater, Gustafson International Inc. 6350 LBJ Freeway, Suite 180, Dallas, Texas (USA)

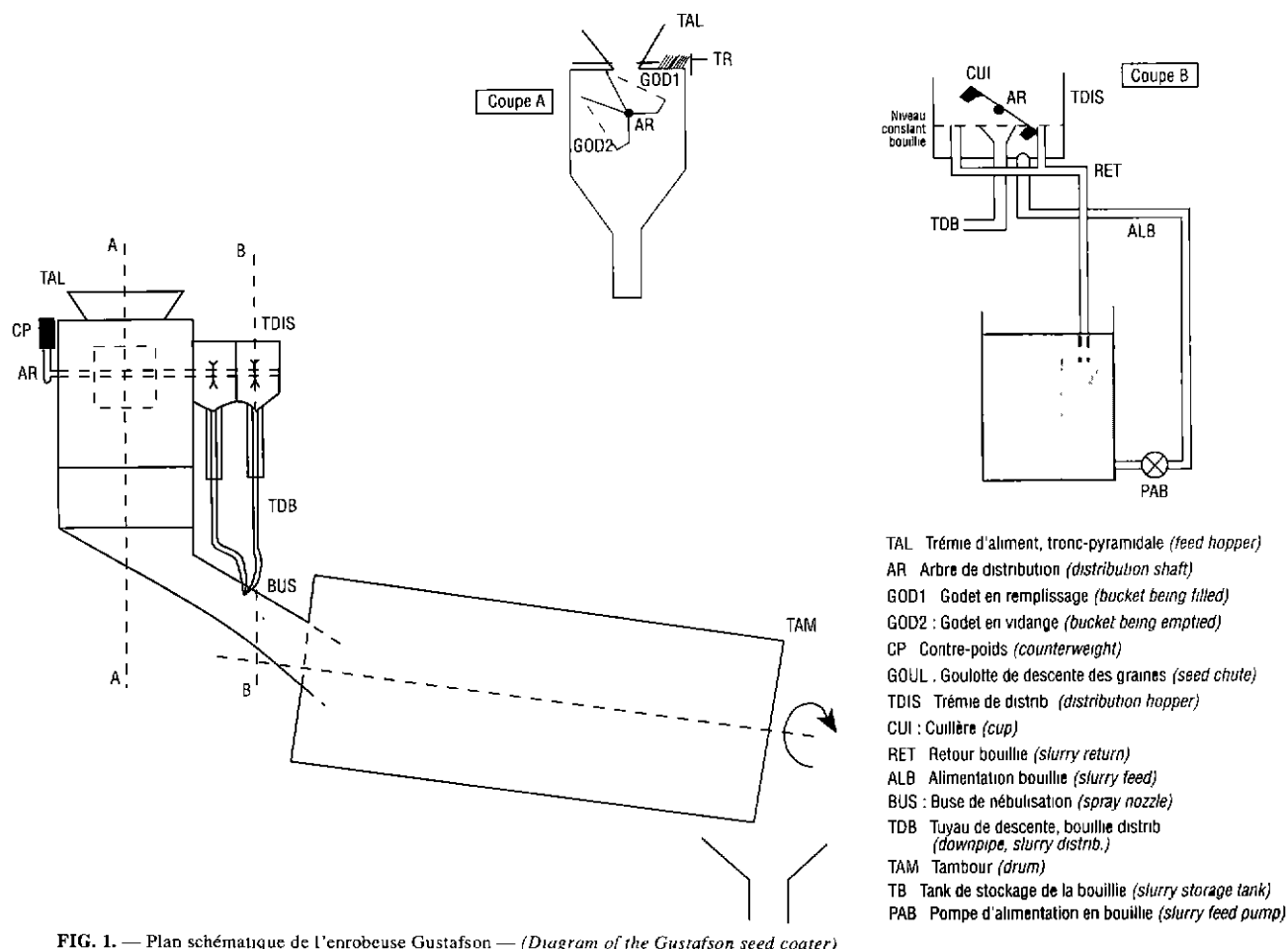


FIG. 1. — Plan schématique de l'enrobeuse Gustafson — (Diagram of the Gustafson seed coater)

dosage individuel des graines, et une protection de la levée très insuffisante.

Il fallait absolument modifier le schéma de fonctionnement de l'appareil pour accroître la proportion de graines correctement traitées. Une première tentative en ce sens a consisté à déplacer les buses de pulvérisation vers l'intérieur du tambour de malaxage. Le gain obtenu n'ayant pas été jugé suffisant, bien que significatif, la partie amont de l'appareil Gustafson a été déposée et remplacée par une installation conçue localement⁽⁵⁾ (Fig. 2 - Photos 1 à 3) ; par l'intermédiaire de 2 cônes inversés, les semences à traiter s'écoulent en couche laminaire mono-graine selon une distribution cylindrique ; la bouillie, pulvérisée par une buse située en contre-bas sur l'axe de symétrie, croise la trajectoire des graines en chute libre, dont la quasi-totalité est atteinte sur au moins une portion de leur surface (Tabl. I). Cependant, l'obtention du dosage recommandé n'est plus garantie avec ce système, comme cela était le cas avec la conception originale, l'alimentation en bouillie étant désormais assurée par une pompe -doseuse indépendante de l'alimentation en semences.

Formulation des matières actives

Au moment des essais, la formule fongicide-insecticide Granox⁽⁶⁾ mise au point en 1972, constituait la référence absolue. Malheureusement, il n'existait pas de formulation adaptée au traitement industriel, si bien qu'il a fallu préparer des mélanges extemporanés. A noter que l'utilisation d'une présentation "concentré émulsifiable" de l'insecticide en remplacement de la poudre mouillable utilisée auparavant a

in the dose applied to individual seeds and highly inadequate protection on emergence.

It was essential to alter the equipment's operating procedure so as to increase the proportion of satisfactorily treated seeds. An initial attempt to do this consisted in moving the spray nozzles further into the mixing drum. As the gain obtained was judged insufficient, albeit significant, the upstream section of the Gustafson equipment was dismantled and replaced by a locally designed installation⁽⁵⁾ (Fig. 2 - Photos 1 to 3). the seeds to be treated are fed through 2 inverted cones, and fall in a single-layer cylindrical curtain; the slurry, which is sprayed from a nozzle located lower down in the axis of symmetry, cuts across the path of the free-falling seeds, almost all of which are reached by the slurry on at least part of their surface (Table I). However, the recommended dose per seed cannot be guaranteed any more with this system than with the original design, since the slurry is supplied by a feed regulator-pump independent of the seed feed system.

Active ingredient formulation

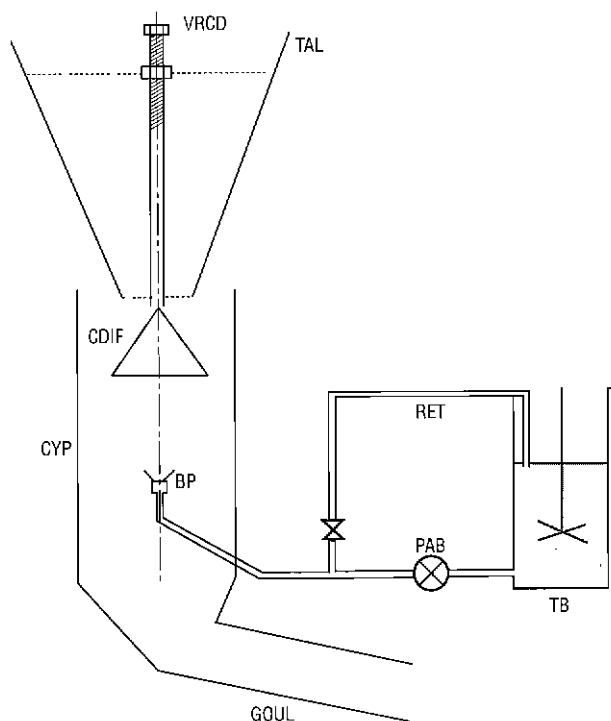
When the trials took place, the Granox fungicide-insecticide formula⁽⁶⁾ developed in 1972 was the ultimate reference. Unfortunately, a formulation suitable for industrial treatment did not exist, so it proved necessary to prepare extemporaneous mixtures. It is worth noting that using an "emulsifiable concentrate" insecticide, rather than the wettable powder used previously, markedly improved the

(5) Modification SONACOS-ISRA

(6) Granox Bénomyl 10, Captafol 10, Carbofuran 17,5

(5) SONACOS-ISRA modification

(6) Granox Bénomyl 10, Captafol 10, Carbofuran 17.5



TAL : Trémie d'alimentation tronconique (conical feed hopper)
 GDIF : Cône de diffraction (diffraction cone)
 VRCD : Vis de réglage du cône de diffraction (diffraction cone adjuster screw)
 CYP : Chambre cylindrique de pulvérisation (cylindrical spraying chamber)
 BP : Buse de pulvérisation (spray nozzle)
 PAB : Pompe d'alimentation en bouillie (slurry feed pump)
 TB : Tank de stockage de la bouillie (slurry storage tank)
 RET : Retour bouillie en excès (surplus slurry return)
 GOUL : Goulotte de descente des graines (seed chute)

FIG. 2. — Schéma de modification de la partie amont de l'emboueuse — (Diagram of the modification to the upstream part of the seed coater)



PHOTO 1. — Vue d'ensemble de la chaîne d'embouage Gustafson modifiée (SONACOS - E I L, Kaolack) — (Overall view of the Gustafson seed coating line -SONACOS - E I L, Kaolack)

nettement amélioré le pouvoir couvrant des bouillies, ce qui met en relief l'importance considérable du rôle des adjuvants de fabrication dans l'efficacité globale de la bouillie. Parallèlement, des formulations fongicides spécialement conçues pour l'application mécanisée ont été testées : Vitavax 200 et 300⁽⁷⁾, et Quinolate Pro⁽⁸⁾ (Tabl. I).

De grandes différences ont été observées au niveau de la mise en oeuvre des différentes formulations : préparation plus ou moins facile de la bouillie (importance d'une bonne mouillabilité), ou sédimentation rapide des particules en suspension, pouvant entraîner une diminution du dosage réalisé (Tabl. II).

slurry's covering ability, which highlights the considerable role played by manufacturing additives in the overall effectiveness of the slurry. At the same time, fungicide slurries specially designed for mechanized application were tested. Vitavax 200 and 300⁽⁷⁾ and Quinolate Pro⁽⁸⁾ (Table I)

Considerable differences were seen in the use of the different formulations: slurry more or less easy to prepare (importance of good wettability), or rapid sedimentation of suspended particles, liable to cause a reduction in the dose applied (Table II).

(7) Vitavax 200 : Carboxine 37,5, Thirame 37,5, Vitavax 300 : Carboxine 37,5, Captane 37,5 ; Unroyal Chemical, Naugatuck, Connecticut 06770, U.S.A.

(8) Quinolate Pro : Carbendazime 10, Copper Oxyquinolate 10 ; La Quinolaine, 43 rue de Liège 75008 Paris (France)

(7) Vitavax 200 : Carboxine 37,5, Thirame 37,5, Vitavax 300 : Carboxine 37,5, Captane 37,5 ; Unroyal Chemical, Naugatuck, Connecticut 06770, U.S.A.

(8) Quinolate Pro : Carbendazime 10, Copper Oxyquinolate 10 ; La Quinolaine, 43 rue de Liège 75008 Paris (France)

TABLEAU I. — Effet de différentes solutions techniques sur l'efficacité du traitement des semences. (Synthèse des essais 1985-1988-1989 ; Dakar-Kaolack, Sénégal) — (Effect of different technical solutions on seed treatment effectiveness. — Summary of trials in 1985-1988-1989 ; Dakar-Kaolack, Senegal)

Facteur étudié (Factor studied)	Solution technique (Technical solution)	Variété (Variety)	Débit (Flow) (t/h)	Couverture des semences après traitement (Seed cover after treatment)				Note calculée (/300) (Calculated Mark -/300)	
				Proportion de graines (en %) (Proportion of seeds (%))					
				fortement traitées (excessively treated)	normalement traitées (satisfactorily treated)	légèrement traitées (slightly treated)	non traitées (not treated)		
Mode d'application des produits de traitement (Granox = G Quinolate Pro = Q) (Treatment product application method — Granox = G Quinolate Pro = Q)	Poudrage mécanisé (G) (Mechanical dusting -G)	73-33	2,0	20	51	25	4	187	
	Distribution Gustafson (G) (Gustafson method -G)	"	1,2	23	33	39	5	174	
	Distribution Gustafson (Q) (Gustafson method -Q)	GH 119-20	1,2	14	36	38	11	152	
	Distribution Gustafson modifiée (Q) (Modified Gustafson method -Q)	"	4,0	14	27	35	24	131	
	Distribution Gustafson modifiée (Q) (Modified Gustafson method -Q)	"	3,0	17	32	32	20	147	
	Distribution SONACOS-ISRA (G) (SONACOS-ISRA method -G)	73-33	4,0	47	20	30	2	211	
	Distribution SONACOS-ISRA (Q) (SONACOS-ISRA method -Q)	"	4,0	51	17	31	1	218	
	Formulation distribuée (distribution SONACOS-ISRA, sauf pour poudrage ; 7 l de bouillie/tonne de semences) (Formulation distributed — distribution by SONACOS-ISRA, except for dusting, 7l of slurry/tonne of seeds)	Granox poudre (Granox powder)	73-33	2,0	20	51	25	4	187
		Granox bouillie préparation extemporanée (Granox slurry extemporaneous preparation)	"	4,0	47	20	30	2	211
Granox bouillie idem ci-dessus + rés. acrylique (Granox slurry ditto above + acrylic resin)		"	"	51	18	31	0	220	
Vitavax 200		"	"	61	16	22	1	237	
Quinolate Pro		"	"	51	17	31	1	218	

TABLEAU II. — Caractéristiques de mise en oeuvre des formulations testées pour le traitement par bouillie. (Synthèse des essais 1987-1990, Kaolack, Sénégal) — (*Use characteristics for the formulations tested for treatment with slurries. -Summary of trials in 1987-1990, Kaolack - Senegal*)

Formulation (<i>Formulation</i>)	Type (<i>Type</i>)	Observations sur : (<i>Observations on</i>)	
		la préparation de la bouillie (<i>slurry preparation</i>)	le comportement de la bouillie pendant le traitement (<i>slurry performance during treatment</i>)
Granox bouillie (formulation extemporanée) (<i>Granox slurry -extemporaneous formulation</i>)	Bouillie réalisée à partir de P.P. (<i>Slurry produced from D.P.</i>)	Opération fastidieuse (grumeaux) et dangereuse (<i>Cumbersome operation (lumps) and dangerous</i>)	Mauvaise adhérence aux graines (<i>Poor adherence to seeds</i>) Forte tendance à la décantation des fongicides (<i>Strong tendency towards fungicide sedimentation</i>)
Granox bouillie + Carbofuran (<i>Granox slurry + Carbofuran</i>)	Bouillie + Carbofuran C.E. (Furodan 35 ST) (<i>Slurry + Carbofuran E.C. -Furadan 35 ST</i>)	Idem (<i>Ditto</i>)	Pouvoir couvrant et adhésivité améliorés (<i>Improved covering capacity and adhesion</i>) (Décantation des fongicides diminuée (<i>Reduced fungicide sedimentation</i>))
Granox bouillie + résine acrylique (<i>Granox slurry + acrylic resin</i>)	idem + résine acrylique (<i>ditto + acrylic resin</i>)	Idem (<i>Ditto</i>)	Bon pouvoir couvrant (<i>Good adhesion</i>) Décantation ralentie (<i>Slower sedimentation</i>) Risque d'obturation de la buse, suite à la polymérisation de la résine (<i>Risk of blocked nozzles, due to polymerization of the resin</i>)
Vitavax 200 ou 300 (<i>Vitavax 200 or 300</i>)	P.M. (<i>W.S</i>)	Opération délicate, car apparition de grumeaux (<i>Tricky operation, as lumps appear</i>)	Bonne adhésivité (<i>Good adhesion</i>) Forte tendance à la décantation des particules en suspension, et risque de colmatage du circuit et des cuillères de distribution (<i>Strong tendency towards sedimentation of suspended particles and risk of clogging the circuit and distributors</i>)
Quinolate Pro	P.M. (<i>W.S</i>)	Opération simple et rapide (<i>Simple and rapid operation</i>)	Bon pouvoir couvrant (<i>Good covering capacity</i>) Bonne adhésivité (<i>Good adhesion</i>) Faible décantation des particules (<i>Little particle sedimentation</i>)

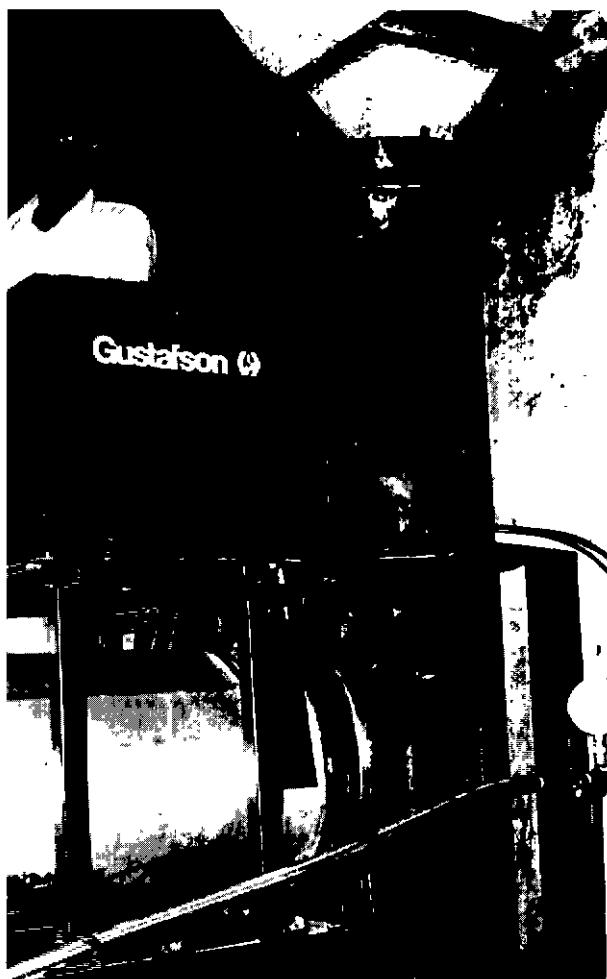


PHOTO 2. — Détail de la modification apportée à la chaîne d'enrobage Gustafson — (*Detail of the modification made to the Gustafson seed coating line*)

Performances obtenues

- **Capacité de traitement**

Avec le modèle du constructeur, un accroissement du débit d'alimentation entraînait une diminution de la proportion de graines recevant de la bouillie, et donc une dégradation de la qualité finale des semences ; par contre, les performances du prototype se sont révélées beaucoup moins sensibles à la charge de l'appareil, qui a pu être utilisé jusqu'à 6 tonnes/heure.

- **Respect de l'intégrité des graines**

Au cours de l'opération, les semences subissent des chocs et des frictions. Par ailleurs, l'application de bouillie aqueuse provoque une humidification des semences, qui les fragilise. Tout ceci se traduit finalement par l'apparition de graines dépelliculées ou splittées, et la dégradation de la faculté germinative globale du lot traité (Tabl. III).

- **Répartition des produits**

Les spécialités commerciales formulées par l'industrie phyto-pharmaceutique ont présenté généralement un pouvoir couvrant supérieur et une meilleure adhésivité que les préparations GRANOX réalisées sur place (Tabl. II). L'adjonction à ces dernières de résines acryliques a amélioré le recouvrement des graines, mais leur emploi a malheureusement dû être abandonné du fait des risques de colmatage de la buse de pulvérisation.

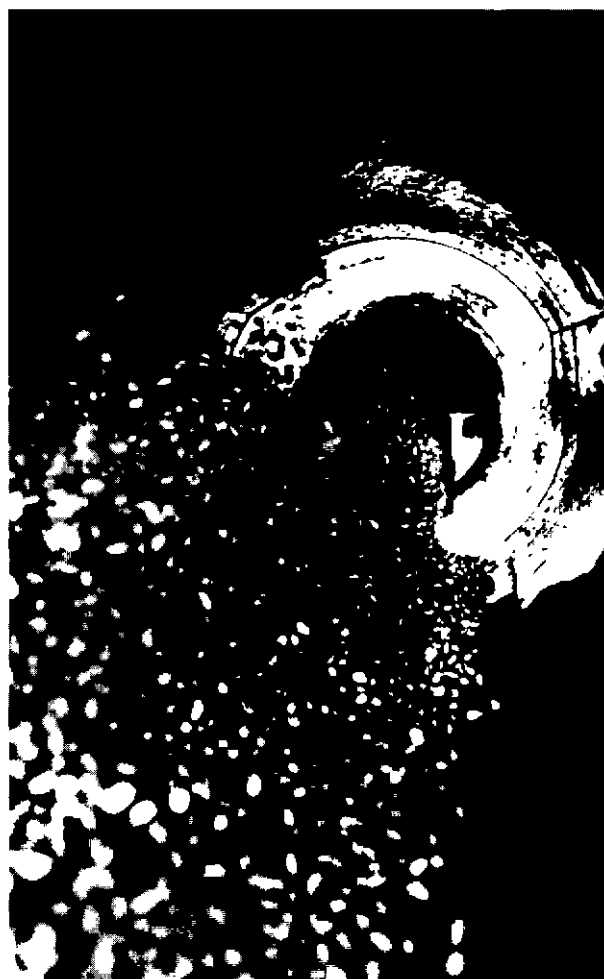


PHOTO 3. — Homogénéisation des semences dans le tambour Gustafson — (*Seed mixing in the Gustafson drum*)

Performance obtained

- **Treatment capacity**

With the manufacturer's model, an increase in the feed rate led to a reduction in the proportion of seeds reached by the slurry, hence a deterioration of final seed quality, however, the prototype proved to be much less sensitive to the flow rate at which it was operated, and could be used at an hourly capacity of up to 6 tonnes.

- **Respect of seed integrity**

During the operation, the seeds undergo knocks and friction. Moreover, application of the aqueous slurry causes seed humidification, which renders them more fragile. All this leads to skinned or split seeds and a reduction in the overall viability of the batch treated (Table III).

- **Product distribution**

The commercial specialities formulated by the phyto-pharmacological industry generally offered a greater covering capacity and better adhesion than the Granox preparations made up on site (Table II). Adding acrylic resins to these preparations improved seed coating, but unfortunately this practice had to be stopped due to the risk of clogging up the spray nozzle.

TABLEAU III. — Evaluation de la dégradation subie par les semences au cours de l'opération de traitement fongicide-insecticide. (Synthèse des résultats obtenus entre 1988 et 1990 ; Kaolack, Sénégal) — (Assessment of damage suffered by seeds during fungicide-insecticide treatment. – Summary of results obtained between 1988 and 1990; Kaolack, Senegal)

Conditions de traitement (Treatment conditions)	Débit (Flow) (t/h)	Variété (Variety)	Caractéristiques qualitatives des semences après traitement (avant traitement) (Seed quality characteristics after treatment –before treatment)							
			Taux de casse (Split seed rate) (%)		Taux de dépelliculage (Skinned seed rate) (%)		Taux de semences (Seed rate) (%)		Potentiel germinatif (Germination capacity) (%)	
1988 : distribution Gustafson , Granox 10 l/t (1988. Gustafson method, Granox 10 l/t)	1,2	73-33	0,7	(0,3)	10,2	(1,1)	89,2	(98,6)	90	(95)
	"	GH 119-20	1,5	(0,7)	10,2	(0,9)	88,4	(98,4)	95	(98)
1989 : distribution Gustafson modifiée ; Quinolate Pro 7 l/t (1989 modified Gustafson method, Quinolate Pro 7 l/t)	4	GH 119-20	2,8	(1,2)	16,2	(2,1)	81,0	(96,7)	91	(95)
	3	"	2,9	(1,2)	16,2	(2,1)	80,8	(96,7)	92	(95)
1989 distribution SONACOS-ISRA ; pas de bouillie (1989 SONACOS-ISRA distribution; no slurry)	4	73-33	0,8	(0)	9,0	(2,9)	89,4	(97,1)	90	(95)
Idem : Granox 7 l/t (ditto Granox 7 l/t)	"	"	0,4	"	8,1	"	91,6	"	94	"
Idem : Vitavax 200 7 l/t (Ditto Vitavax 200 7 l/t)	"	"	1,0	"	8,5	"	90,5	"	85	"
Idem : Quinolate Pro 7 l/t (Ditto Quinolate Pro 7 l/t)	"	"	0,4	"	9,1	"	90,3	"	90	"
1990 : distribution SONACOS-ISRA ; Quinolate Pro 7 l/t (1990: SONACOS-ISRA distribution, Quinolate Pro 7 l/t)	4	73-33	0,6	(0)	4,3	(4,1)	95,1	(95,9)	98	(100)

- **Rémanence**

Seule la viabilité des semences traitées a été suivie au cours du stockage, mais ce paramètre dépend avant tout de la qualité de la conservation des graines. Néanmoins, les résultats obtenus lors de tests comparatifs de traitements effectués sur un même lot de graines semblent indiquer une meilleure tenue de la protection assurée par les préparations commerciales. Le rôle fondamental joué par les adjuvants de fabrication est encore une fois mis en lumière, ce qui explique sans doute la très grande discrétion adoptée à leur sujet par les firmes phytosanitaires.

Conclusion

Le traitement fongicide-insecticide des semences d'arachide préparées industriellement est indispensable pour l'obtention de bonnes performances agronomiques. Cette opération n'est pas simple et nécessite le recours à une technologie adéquate : matériel spécialisé de traitement, apte à réaliser une distribution régulière et homogène des produits dans la masse de semences : formulation adaptée au procédé, assurant un bon recouvrement des graines, l'adhérence des matières actives à leur surface, et le maintien de leur efficacité dans le temps.

CONDITIONNEMENT ET CONSERVATION

Le conditionnement des graines constitue l'ultime étape du procédé de préparation des semences prêtes à l'emploi. Ces dernières doivent ensuite être stockées pendant plusieurs mois avant leur utilisation finale, ce qui pose le problème de leur conservation. En effet, l'arachide décortiquée est extrêmement sensible aux attaques de natures diverses, qui peuvent entraîner une forte dégradation de sa qualité initiale (Woodroof, 1983). C'est pourquoi il convient de replacer le problème du conditionnement des semences préparées industriellement dans le cadre plus général du choix d'un système de conservation adapté.

Stockage réfrigéré

La technique, déjà ancienne, est largement utilisée aux Etats Unis pour la conservation de l'arachide de bouche et des semences certifiées. Au Sénégal, deux magasins ont été mis en service en 1975 en zone nord, où le risque climatique est important, pour pouvoir y constituer des stocks de sécurité de semences (Lam, 1978). Des semences décortiquées ont pu y être conservées à 6°C pendant plus de quatre ans sans effet dépressif notable sur leur viabilité, et ce sans traitement fongicide-insecticide. Cependant, l'exploitation de ce procédé présente également des inconvénients. L'investissement de départ est important, et l'emplacement de son édification doit être choisi avec soin, car le magasin ne peut être déplacé par la suite. Par ailleurs, son exploitation n'est pas souple : les semences sont bloquées au niveau du magasin pendant toute la période de conservation et ne peuvent être diffusées auprès des paysans qu'au tout dernier moment, ce qui n'est pas facile sur le plan logistique ; en effet, au Sénégal des pertes rapides de viabilité ont été observées hors magasin dans des cas où le déstockage avait été réalisé en ambiance chaude et humide, condition tout à fait normale en période de semis (Rouzière, 1980). Enfin, ce procédé de stockage est gourmand en énergie, et le prix de revient à la tonne stockée augmente de façon quasi-linéaire, jusqu'à atteindre un niveau rédhibitoire au-delà de six mois.

Stockage en atmosphère modifiée

- **Définition**

Le procédé consiste à stocker le produit à conserver dans une enceinte étanche, après avoir modifié les caractéristi-

- **Persistence**

Only the viability of treated seeds was monitored during storage, but this parameter primarily depends on the quality of seed preservation. Nevertheless, the results obtained during comparative tests of treatments carried out on the same batch of seeds seem to indicate that commercial preparations offer better protection. Once again, the fundamental role played by manufacturing additives is brought to light, which presumably explains why phytosanitary firms are so discreet about them.

Conclusion

Fungicide-insecticide treatment of industrially prepared groundnut seeds is essential for good agricultural results. It is not a simple operation and requires effective technology: specialized treatment equipment, capable of regular, uniform distribution of the products throughout the mass of seeds; appropriate formulation for the procedure, ensuring effective seed coverage, adhesion of active ingredients to their surface and sustainable efficiency over time

PACKAGING AND PRESERVATION

Seed packaging is the final stage in the ready-to-use seed preparation process. The seeds then have to be stored for several months before use, which poses the problem of their preservation. Indeed, shelled groundnuts are extremely vulnerable to various kinds of attack, likely to cause severe deterioration of the initial quality (Woodroof, 1983). The packaging issue, as regards industrially prepared seeds, therefore needs to be placed in the more general context of the choice of an appropriate preservation system

Refrigerated storage

This technique is already old and is widely used in the United States for the preservation of edible groundnut and certified seeds. In Senegal, two stores were built in 1975 in the northern zone, where climatic risks are considerable, so as to build up emergency seed stocks (Lam, 1978). Shelled seeds have been stored there, with no fungicide-insecticide treatment, at 6°C for four years with no notable depressive effect on viability. However, this procedure also has its drawbacks. Initial investment is high, and careful consideration needs to be given to the site chosen, since the store cannot subsequently be moved. Neither is its operation flexible: seeds are confined to the store for the entire preservation period and can only be distributed to farmers at the last minute, which poses logistics problems; in fact, rapid losses of viability have been observed in Senegal outside stores when seeds leave the store in a warm, damp atmosphere, which is typical of the sowing period (Rouzière, 1980). Finally, this procedure is demanding in energy and the cost price per tonne stored increases almost linearly, reaching a prohibitive level after six months.

Storage in a modified atmosphere

- **Définition**

The procedure consists in preserving the product in question in a sealed container, after modifying the charac-

ques de l'atmosphère interne. Il dérive directement de la technique de stockage en confinement, dans laquelle l'atmosphère de départ ne fait l'objet d'aucune modification, et est un peu moins sophistiqué que le stockage en atmosphère contrôlée, qui comporte une correction continue de la composition de l'atmosphère interne. Ce procédé encore peu employé pour la conservation des produits agricoles a été étudié par diverses équipes dans le monde depuis plus d'un siècle (Navaro, 1980 ; Shejbal, 1982).

• Principe de fonctionnement

Le principe de base consiste à stocker le produit dans une atmosphère interdisant la respiration aérobie, ce qui est réalisé le plus souvent en réduisant fortement la pression partielle d'oxygène au sein du système considéré, mais peut également être obtenu par injection de gaz inerte (azote) ou même toxique (dioxyde de carbone). En pratique, le procédé peut être exploité en utilisant le vide simple, ou le vide compensé à l'azote. La première solution ne pouvant pas être mise en oeuvre dans le cas des conditionnements souples, qui ne supportent pas longtemps les contraintes mécaniques engendrées par l'application du vide, l'on utilise généralement le conditionnement sous azote. Deux grands types de matériels sont disponibles : les machines à cloche, qui réalisent le conditionnement dans une enceinte étanche, et celles travaillant à découvert, les gaz étant transférés par l'intermédiaire de pipettes. A noter qu'en général, un léger vide résiduel est maintenu avant soudure des saches de façon à obtenir une certaine cohésion des graines, ce qui leur assure une meilleure protection pendant les manutentions (Rouzière, 1986 - I).

• Matériaux d'emballage

L'exploitation de ce procédé implique que le produit soit conservé dans des enceintes étanches aux gaz. Dans le domaine des petits emballages, les films complexes à effet-barrière marqué sont encore rares et onéreux. Comme vu précédemment, leur résistance mécanique à l'étirement et au poinçonnement est assez limitée, ce qui interdit leur utilisation en vide poussé, mais ces matériaux sont tout à fait adaptés au conditionnement en vide compensé. Trois types de films ont été utilisés lors des essais : un complexe kraft-aluminium laminé-polyéthylène⁽⁹⁾, assez résistant mais manquant de souplesse ; un film multicouche coextrudé, très souple mais à effet-barrière moyen⁽¹⁰⁾ ; et l'association d'une sache polyéthylène épaisse suremballée par un complexe polyane-aluminium atomisé-polyéthylène⁽¹¹⁾, très résistante aux contraintes mécaniques. A noter que le coût de ces matériaux augmente très rapidement avec leur imperméabilité aux gaz, si bien qu'un compromis doit être réalisé lors de leur choix en tenant compte de la durée prévue pour la conservation.

• Résultats obtenus

Comme déjà constaté par Slay en 1980, le stockage en atmosphère modifiée garantit le maintien des qualités de départ des semences d'arachide pendant plusieurs mois. Au Sénégal, la conservation a été satisfaisante sur 18 mois au moins à température ambiante, que le conditionnement ait été réalisé sous vide ou sous vide compensé à l'azote (Tabl. IV). Aucun arrière-effet n'a été constaté au niveau de la viabilité des graines dans les 6 mois qui ont suivi la sortie du stockage anoxique. Le procédé assure un contrôle parfait des parasites présents au moment de l'emballage, et protège ef-

teristics of the internal atmosphere. It is directly derived from the confinement storage technique, in which the original atmosphere is not modified, and is a little less sophisticated than storage in a controlled atmosphere, where the composition of the internal atmosphere is corrected on a continuous basis. This procedure, which has rarely been used for the conservation of agricultural produce, has been studied by various teams throughout the world for over a century (Navaro, 1980; Shejbal, 1982).

• Principle

The basic principle consists in storing the product in an atmosphere preventing aerobic respiration, which is usually done by substantially reducing the partial oxygen pressure in the system in question, but can also be done by injecting an inert (nitrogen) or even toxic (carbon dioxide) gas. In practice, the process can be carried out by simply applying a vacuum, or a nitrogen compensated vacuum. As the first slurry cannot be used with supple packages, since they are unable to withstand the mechanical stress caused by vacuum application for long periods, packing in nitrogen is usually opted for. Two types of equipment are available: a chamber machine used for packaging in a sealed container, or an open apparatus where the gas is transferred via pipettes. It should be noted that a slight residual vacuum is usually maintained up to when the packs are sealed, so that the seeds are held together, thereby preventing movement and damage during handling operations (Rouzière, 1986 - I).

• Packaging materials

Using this procedure implies that the product is preserved in gas-tight containers. For small packages, complex films with a marked barrier effect are still rare and expensive. As already mentioned, their mechanical resistance to tearing and puncturing is fairly limited, so they cannot be used with a strong vacuum, but they are suitable for packaging in the case of a compensated vacuum. Three types of film were used in trials: a kraft-laminated aluminium-polyethylene compound⁽⁹⁾, which is quite resistant but lacks suppleness, a multi-layer coextruded film, which is very supple but has a moderate barrier effect⁽¹⁰⁾; and the combination of a thick polyethylene bag inside a polyane-atomized aluminium-polyethylene compound bag⁽¹¹⁾, which is highly resistant to mechanical stress. It should be noted that the cost of these materials increases very rapidly depending on their gas impermeability, so that a compromise has to be made when making a choice, taking into account the expected length of storage.

• Results obtained

As already reported by Slay in 1980, storage in a modified atmosphere guarantees the initial quality of groundnut seeds for several months. In Senegal, preservation has remained satisfactory for 18 months, at least at ambient temperature, irrespective of whether the seeds were packed in a simple or a nitrogen-compensated vacuum (Table IV). No after-effects have been reported on seed viability in the six months following their removal from anoxic storage. This procedure perfectly controls any parasites present at the

(9) Papier kraft 50 g/m² - aluminium laminé 12 µ - Polyéthylène 80 g/m²; Société Bernhardt, rue Haignère, 62101 Boulogne-sur-Mer (France)

(10) Film BB6; Grace-Cryovac S.A., 53 rue Saint-Denis, B.P. 9, 28231 Epernon Cedex (France)

(11) Générale d'Emballage et de Conditionnement, 5 rue Denis Papin, 77390 Verneuil l'Etang (France)

(9) Kraft paper, 50 g/m² - Laminated aluminium, 12 µ - Polyethylene, 80 g/m²; Société Bernhardt, rue Haignère, 62101 Boulogne-sur-Mer (France)

(10) BB6 film, Grace-Cryovac S.A., 53 rue Saint-Denis, B.P. 9, 28231 Epernon Cedex (France)

(11) Générale d'Emballage et de Conditionnement, 5 rue Denis Papin, 77390 Verneuil l'Etang (France)

TABLEAU IV. — Conservation des semences d'arachide décortiquées en atmosphère modifiée. (Synthèse des résultats obtenus entre 1979 et 1982 ; Darou-Louga, Sénégal) — (*Shelled groundnut seed storage in a modified atmosphere. -Summary of results obtained between 1979 and 1982; Darou-Louga, Senegal*)

Procédé utilisé (Procedure used)	Variété (Variety)	Qualité des semences après stockage (<i>Seed quality after storage</i>)									
		Taux d'attaque par la bruche (<i>Groundnut seed beetle attack rate</i>) (%)					Faculté germinative (<i>Germination capacity</i>) (%)				
		t0 (T"0")	3 mois (3 months)	6 mois (6 months)	12 mois (12 months)	18 mois (18 months)	t0 (T"0")	3 mois (3 months)	6 mois (6 months)	12 mois (12 months)	18 mois (18 months)
V.C.I. ⁽¹⁾ , 1979, vide (<i>vacuum</i>)	55-437	0,7	0,5	0,7	0,8	—	85	81	73	80	—
V.C.I., 1979, vide + azote (<i>vacuum + nitrogen</i>)	55-437	0,7	0,5	0,6	0,5	—	85	82	76	72	—
G.E.C. ⁽²⁾ , 1981, vide + azote (<i>vacuum + nitrogen</i>)	55-437	5,4	—	—	0	0,1	98	—	95	97	97
Idem (<i>Ditto</i>)	756-A	1,3	—	—	0	0,9	84	—	76	88	92
Idem (<i>Ditto</i>)	73-33	1,2	—	—	0	0	80	—	92	97	97
Bernhardt ⁽³⁾ 1981, vide + azote (<i>vacuum + nitrogen</i>)	55-437	5,4	—	—	1,6	1,4	98	—	92	97	95
Idem (<i>Ditto</i>)	756-A	1,3	—	—	0	—	84	—	80	93	—

(1) V C I Vacuum Capatainer International S.A., 16 place Vendôme, 75001 Paris (France)

(2) G E C Générale d'Emballage et de Conditionnement, 5 rue Denis-Papin, 77390 Verneuil-l'Etang (France)

(3) Société Bernhardt, rue Haignère, 62101 Boulogne-sur-Mer (France)

ficacement les semences contre les risques de réinfestation ultérieure.

Conclusion

La réussite de la préparation industrielle des semences d'arachide implique qu'elle soit réalisée le plus tôt possible dans l'année, ce qui pose le problème de leur conservation jusqu'à l'utilisation finale (Rouzière, 1986 II). Aussi le choix d'un procédé de stockage performant revêt-il une importance primordiale. Deux technologies sont actuellement disponibles dans ce domaine : elles présentent des avantages et des inconvénients, qui devront être soigneusement pesés en fonction des impératifs assignés et des contraintes locales. Le stockage réfrigéré constitue une solution éprouvée, simple à mettre en oeuvre, et il garantit une conservation de longue durée ; par contre, il implique un investissement lourd, immobilise les semences dans un magasin jusqu'à leur utilisation, et devient très onéreux dans le cas d'un stockage de longue durée. L'exploitation d'un système de conservation en atmosphère modifiée, qui constitue la seconde solution, peut être résumée à un conditionnement particulier des semences, ne nécessitant qu'une ensacheuse spéciale et des saches étanches aux gaz. Le coût de ces dernières, assez élevé, constitue l'essentiel du prix de revient et ne se justifie que pour des durées de conservation de plus de 4 mois. Par contre, le procédé présente de nombreux avantages au niveau de la gestion des graines : elles peuvent être évacuées dès ensachage vers les zones d'utilisation pour y être stockées dans des magasins classiques ; la protection des semences est assurée tout au long de la chaîne de distribution : enfin, le volume unitaire des sacs peut être déterminé en fonction des seules considérations commerciales et agronomiques.

COMPORTEMENT AU CHAMP

Les semences produites entre 1985 et 1990 dans le cadre de la mise au point de la chaîne pilote de la SONACOS n'ont pas simplement été évaluées par des tests de laboratoire, mais ont également fait l'objet de tests en culture. L'évaluation ainsi réalisée a pu prendre des formes différentes, selon les objectifs assignés : tests de comportement en conditions paysannes, devant permettre d'apprécier la dérive qui accompagne le passage en milieu réel, et également de démontrer l'intérêt de ce nouveau procédé : essais en conditions contrôlées pour une détermination de la qualité semencière exempte de biais ; et enquête auprès des paysans ayant reçu ces semences et des utilisateurs potentiels.

Comportement en champs paysans

Les résultats obtenus en champs paysans au cours des 6 campagnes de production (Tabl. V) paraissent assez faibles dans le cas de la variété 73-33, ce qui traduit surtout l'inadéquation des outils de semis (disque, surtout) par rapport à ce cultivar diffusé assez récemment dans la zone des tests. La comparaison entre semences préparées industriellement et semences traditionnelles a tourné le plus souvent à l'avantage des dernières, ce qui ne doit pas étonner si l'on considère que d'une part, le traitement fongicide-insecticide est assez largement pratiqué par les paysans, et que d'autre part, la préparation industrielle des semences induit certains stress qui affectent leur faculté germinative. Quoiqu'il en soit, un progrès réel a pu être observé lors des 3 dernières campagnes d'essai, au cours desquelles des améliorations substantielles ont été obtenues au niveau de la régularité du traitement individuel des graines (le cas de 1985 étant spécial, puisque cette année-là les semences avaient été traitées par poudrage mécanisé).

time of packaging, and effectively protects seeds from the risks of subsequent reinfestation.

Conclusion

If the industrial preparation of groundnut seeds is to be a success, it has to be carried out as early as possible in the year, which poses problems as to their preservation until they are used (Rouzière, 1986 - II) The choice of an effective storage procedure is therefore paramount. Two technologies are currently available for this purpose; they have advantages and disadvantages which have to be carefully weighed up taking into account requirements and local constraints. Refrigerated storage has been successfully tried and tested; it is simple and ensures long-term preservation; however, it means heavy investment, immobilizes seeds in a store right up to when they are used and becomes expensive in the case of lengthy storage. Preservation in a modified atmosphere, which is the second solution, can be summed up as special seed packaging only requiring a special bagger and gas-tight bags. The bags are quite expensive, represent most of the cost price, and can only be justified for storage periods of more than four months. However, this procedure offers numerous advantages as far as seed management is concerned. They can be moved out to the areas they are to be used in immediately after bagging and kept in conventional stores. Seed protection is ensured throughout the distribution chain. Finally, the unit volume of the bags can be determined according to commercial and agricultural considerations alone.

FIELD PERFORMANCE

The seeds produced between 1985 and 1990 under development of the SONACOS pilot line were not merely assessed in laboratory tests, but also underwent field tests. The assessment carried out took various forms, depending on the aims: performance trials on smallholdings to assess the drift that occurs when shifting to the real environment and to demonstrate the merits of the new procedure; trials under controlled conditions to determine seed quality with no bias, and surveys of smallholders who received the seeds, along with potential users.

Performance trials on smallholdings

The results obtained on smallholdings over the 6 production campaigns (Table V) seem to be quite poor for variety 73-33, which mainly reflects the inadequate sowing tools used (particularly disks) with respect to this variety, which was only fairly recently distributed in the test zone. The comparison between industrially prepared seeds and traditional seeds generally favoured the latter, which is not surprising, considering that fungicide-insecticide treatments are quite widely practised by smallholders and that industrial seed preparation causes a certain amount of stress which affects germination capacity. Nevertheless, real progress was seen over the last three test campaigns, during which substantial improvements were made as regards the consistency of individual seed treatment (1985 was a special case, as the seeds were treated by mechanical dusting that year).

TABLEAU V. — Densités obtenues en milieu paysan. Synthèse des résultats de la période 1985-1990. (nombre de présents au 40^e jour/nombre théorique de graines semées, en %) — (Stands obtained on smallholdings. — Summary of results for the period 1985-1990 — no. present on day 40/theoretical no. of seeds sown, in %)

Variété (Variety)	Préparation semences (Seed preparation)	1985 ⁽¹⁾	1986	1987	1988	1989	1990	Moyenne (Mean) 85-90
55-437	Traditionnelle (Traditional)	—	—	78	66	85	—	76
	Industrielle (Industrial)	—	44	75	66	86	—	68
73-33	Traditionnelle (Traditional)	54	48	51	47	44	56	50
	Industrielle (Industrial)	69	40	45	49	47	53	51
GH 119-20	Traditionnelle (Traditional)	—	73	—	69	73	—	71
	Industrielle (Industrial)	—	57	—	68	62	—	62
Moyenne (Mean)	Traditionnelle (Traditional)	54	60	65	61	67	56	62
	Industrielle (Industrial)	69	47	60	61	65	53	59

(1) Poudrage fongicide-insecticide — (Dry treatment)

TABLEAU VI. — Levée des semences prêtes à l'emploi en conditions contrôlées. (Variété 73-33 ; année 1988 : semences 1987-1988 traitées en humide en mai 88 ou par poudrage en juillet 88 ; année 1990 : semences 1989-1990 traitées en humide en novembre 1989 ; conditionnement sous azote ; semis manuel en parcelles 3 m × 6 m ; 4 rep. ; P = 0,05) — (Ready-to-use seed emergence under controlled conditions. (Variety 73-33; 1988 : 1987-1988 seeds wet-treated in May 88 or by dusting in July 88; 1990 : 1989-1990 seeds wet-treated in November 1989; packed in nitrogen; manual sowing in 3 m × 6 m plots; 4 rep.; P = 0.05)

Année (Year)	Mode de préparation (Seed preparation method)	Taux de présents au (%) (Rate still present)			Récolte (Harvest)
		12è J.A.S. (12 DAS)	21è J.A.S. (21 DAS)	35è J.A.S. (35 DAS)	
1988	Par poudrage en juillet juste avant semis (By dusting in July just before sowing)	69,1 ^b	70,8 ^b	68,5 ^b	62,9 ^b
	En humide en mai (Wet in May)	79,4 ^a	80,1 ^a	78,1 ^a	73,0 ^a
	CV	12 %	11 %	12 %	13 %
1990	En humide + stockage à T° ambiante (Wet + stored at ambient T°)	77,8	79,5	76,4	70,3
	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
	CV	7 %	7 %	7 %	8 %

Tests en station

La forte variabilité des résultats obtenus en conditions paysannes n'était pas entièrement imputable aux nombreuses modifications intervenues au niveau de la préparation des semences durant ces six années, ni à la précarité des conditions climatiques : elle traduisait également la grande hétérogénéité des conditions de culture et des méthodes de travail dans les exploitations agricoles hôtes. C'est ce qui a conduit en 1988 les responsables de l'opération à prévoir, parallèlement aux tests de comportement en milieu réel, des essais de référence conduits en station de recherche, de façon à pouvoir disposer d'éléments fiables d'appréciation (Tabl. VI).

L'on a pu ainsi vérifier la bonne valeur semencière des productions 1988 et 1990, qui ont permis d'obtenir des densités à la récolte comprises entre 69 et 73%. Ces résultats sont tout à fait corrects si l'on considère leur préparation industrielle ; d'ailleurs, les semences testées auraient satisfait aux normes américaines en vigueur (Baldwin, 1990). Ces essais ont également permis de comparer diverses solutions techniques testées lors de la préparation des semences, ou de leur stockage ultérieur.

Appréciation des utilisateurs

• Distribution

Le conditionnement adopté (sache de 20 kg sur-emballée par un carton) a satisfait les organismes chargés du stockage, du transport et de la distribution des semences. Les graines sont bien protégées des chocs liés aux transports et manutentions, et la masse unitaire des emballages, bien adaptée aux besoins des paysans, permet des manipulations aisées (Photo 4).

On-station tests

The high variability of the results obtained on smallholdings could not entirely be put down to the numerous modifications made to seed preparation over the six years in question or to the precarious climatic conditions; it also reflected the high heterogeneity of cropping conditions and working methods on the host farms. This is what led those in charge of the operation to plan reference trials conducted at research stations in 1988, alongside the performance trials in the real environment, so as to obtain reliable factors for assessment (Table VI).

This made it possible to check the good seed value of the material produced in 1988 and 1990, which led to harvest densities of between 69 and 73%. These results are wholly satisfactory, given that the seeds were prepared industrially, furthermore, the seeds tested would have satisfied the relevant American norms (Baldwin, 1990). These trials also enabled a comparison of various technical solutions tested during seed preparation or their subsequent storage.

User opinions

• Distribution

The packaging chosen (20-kg bags wrapped in cardboard) satisfied the organizations in charge of seed storage, transportation and distribution. The seeds are effectively protected from knocks during transportation and handling, and the size of the packages, which is well adapted to smallholder requirements, makes for easy handling (Photo 4).

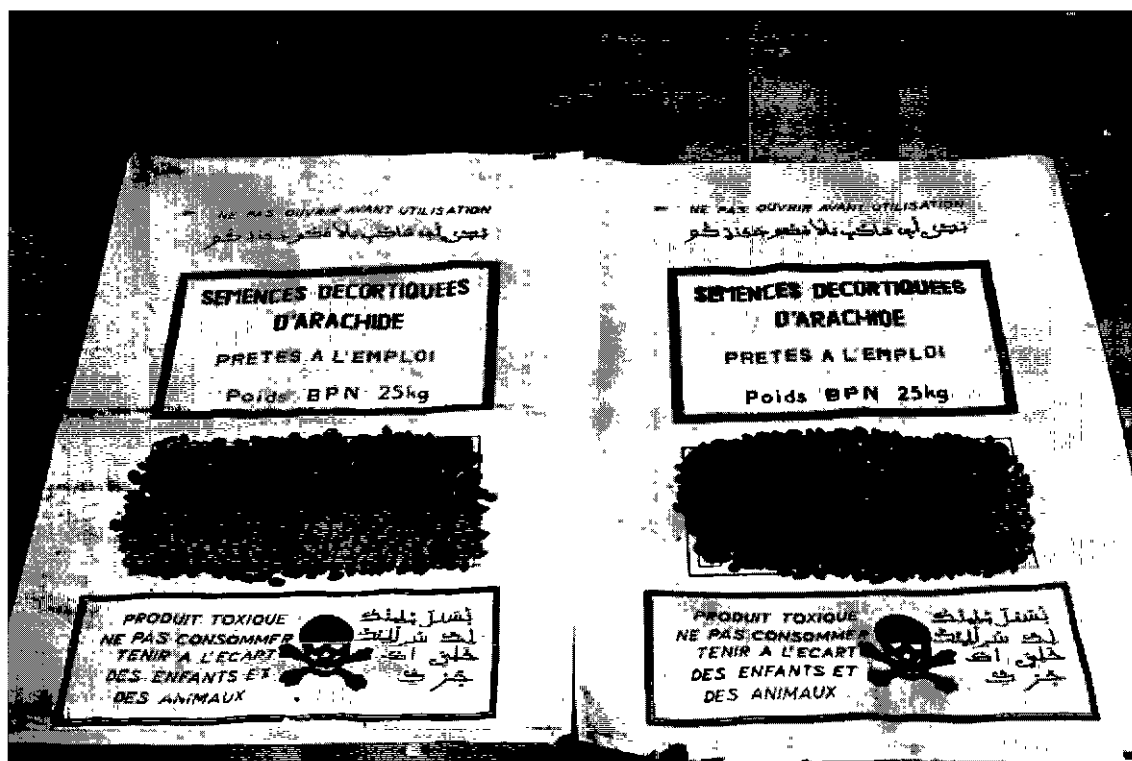


PHOTO 4. — Semences de l'essai de comparaison de produits de traitement (1989, Kaolack) — (Seeds in the 1989 Kaolack trial to compare treatment products)

• Utilisation

Les paysans ayant participé à l'opération ont, en très grande majorité, été satisfaits de la qualité des semences préparées industriellement, et apprécié qu'elles leur soient livrées prêtes à l'emploi. En effet, les producteurs, qui préparent habituellement leurs semences à partir de réserves personnelles, sont extrêmement exigeants en ce qui concerne les quantités complémentaires qu'ils sont amenés à acquérir en cas de déficit. L'achat de semences constitue un poste de dépense important en culture arachidière, et les paysans en attendent un produit élevé (Gaye, 1991).

Conclusion

Les résultats obtenus avec les semences préparées industriellement entre 1985 et 1990 ont fluctué de façon assez importante, ce qui n'a pas toujours reflété leur valeur réelle. Cependant, les améliorations apportées en 1988 et 1989 au procédé de préparation ont permis de faire progresser sensiblement leur qualité finale. Les paysans ayant pu tester ces semences se sont montrés très satisfaits de l'expérience, et ont notamment apprécié la grande facilité d'emploi de ce produit, ainsi que sa qualité. En outre, les six années de pré-vulgarisation ont permis de diffuser quelques 110 tonnes de semences dans les régions de Kaolack et de Fatick. Un grand nombre d'utilisateurs potentiels ont pu ainsi être sensibilisés, si bien qu'aujourd'hui une réelle demande existe pour ce nouveau produit.

CONCLUSION GENERALE

Une expérience de préparation industrielle de semences d'arachide prêtes à l'emploi a été réalisée entre 1985 et 1990 au Sénégal. Cette opération a permis au maître d'oeuvre, la SONACOS, d'acquérir un savoir-faire et une compétence uniques en Afrique. L'expérience a d'abord prouvé qu'en ce domaine, comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, le transfert de technologies élaborées dans des situations différentes n'est jamais simple. La mise au point a été longue et laborieuse, mais des progrès significatifs ont été obtenus, et aujourd'hui l'atelier pilote est capable de produire des semences répondant aux normes agronomiques.

La technologie mise au point au Sénégal utilise des techniques classiques relativement simples, telles que le décorticage mécanique ou l'application de produits de traitement, mais elles doivent être mises en oeuvre avec précaution du fait des caractéristiques particulières des arachides en climat sahélien (siccité et fragilité excessives). Le procédé de préparation industrielle des semences développé au Sénégal recourt en outre à des technologies plus sophistiquées, comme le tri électronique ou le conditionnement en atmosphère modifiée, mais ces solutions ne sont pas les seules, et d'autres beaucoup plus simples sont disponibles.

Il faut retenir avant tout de cette expérience que la réussite d'une telle production nécessite la prise en compte permanente de la notion de qualité. Le traitement industriel de l'arachide induit des stress qui réduisent la valeur semencière finale des graines. Il est donc nécessaire de respecter les quelques règles de base suivantes : travailler le plus tôt possible dans la saison, à une époque où les graines sont moins fragiles, mettre en oeuvre des arachides à très fort potentiel germinatif de départ ; réduire le plus possible les chocs, frictions, et autres phénomènes dégradants ; choisir un procédé de conservation efficace pour le stockage intermédiaire des semences.

Sur le plan économique enfin, il est indéniable que le procédé de fabrication est coûteux, ce qui conduit à un produit cher. En Afrique de l'Ouest, cela ne peut que limiter l'emploi de ces semences par les paysans, qui continueront sans doute encore longtemps à constituer des réserves personnelles.

• Use

The vast majority of the smallholders who took part in the operation were satisfied with the quality of the industrially produced seeds, and appreciated the fact that they were supplied in ready-to-use form. In effect, the growers, who usually prepare their seeds from their own stocks, are extremely demanding as regards the additional quantities they have to purchase in the event of insufficient reserves. Seed purchases are a major item of expenditure for groundnut growers, and smallholders expect good yields (Gaye, 1991).

Conclusion

The results obtained with industrially produced seeds between 1985 and 1990 fluctuated quite widely, which did not always reflect their true value. However, the improvements made to the seed preparation process in 1988 and 1989 led to substantial progress as regards end quality. The smallholders who were able to test these seeds were highly satisfied with the experiment, and particularly appreciated the fact that the product was easy to use, in addition to its quality. Furthermore, the 6 years' pre-extension made it possible to distribute 110 tonnes of seed in the Kaolack and Fatick regions. A large number of potential users are therefore now aware of the product, and there is real demand for it.

OVERALL CONCLUSION

An experiment on industrial ready-to-use groundnut seed preparation was carried out in Senegal between 1985 and 1990. This operation enabled the project leader, SONACOS, to obtain know-how and expertise unique in Africa. The experiment proved that in this field, along with many others, the transfer of technologies developed under different conditions is never an easy matter. Development was a long and laborious process, but significant progress was made, and the pilot unit is now capable of producing seeds that satisfy agricultural norms.

The technology developed in Senegal uses relatively simple conventional techniques, such as mechanical shelling or the application of treatment products, but these techniques have to be implemented with caution, due to the specific characteristics of groundnut in the Sahelian climate (excessive dryness and fragility). The industrial seed preparation procedure developed in Senegal also calls upon more sophisticated technologies such as electronic sorting or packing in a modified atmosphere, but these solutions are not the only ones available, and other much simpler ones could also be used.

Above all, it should be remembered that the success of such production depends on constant attention to quality. Industrial groundnut processing induces stresses that reduce final seed value. It is therefore essential to respect the following basic rules: work as early in the season as possible, when the seeds are less fragile, process groundnut with a very high initial germination capacity, keep knocks, friction and other damage to a minimum, choose an effective procedure for intermediate seed storage.

Lastly, on an economic level, the manufacturing process is undeniably expensive, which leads to a costly product. In West Africa, this is bound to limit the use of such seed by smallholders, who will no doubt continue for a long time yet to build up personal stocks. However, there is considerable

Cependant, il existe une demande potentielle non négligeable de la part des producteurs les plus importants, pour lesquels la préparation manuelle des semences constitue un frein à l'extension des emblavements. Par ailleurs, la technique est parfaitement adaptée au système des stocks de sécurité de semences, dont la préparation ne peut être réalisée qu'industriellement (Bockelee-Morvan, 1989). Les perspectives de développement du procédé de préparation industrielle des semences d'arachide prêtes à l'emploi sont donc bonnes, et le Sénégal, qui dispose en ce domaine d'une importante avance, est le mieux placé pour en profiter.

potential demand from larger-scale growers, for whom manual seed preparation hinders groundnut extension. Furthermore, the technique is entirely suitable for the system of emergency seed stocks, which can only be produced industrially (Bockelee-Morvan, 1989). The prospects for developing the procedure are therefore good, and Senegal, which has a major advance in this field, is well placed to benefit from this.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A P R E A (1973) —Peanuts-Culture and uses A P R E A. Inc. Pub., Stillwater, OK, U S A . 684 p.
- [2] BACKMAN P. A. and HAMMOND J. M. (1976). —Germination losses associated with delayed application of seed treatment fungicides after peanut shelling *Plant Disease Reporter*, U.S.A., **60** (1) 1-3
- [3] BALDWIN J. A. and LEE R. D. (1990). —Producing high quality peanuts *Bull. Univ. of Georgia*, College of Agriculture, Cooperation Service, U S A ., n° 1037, 3-11
- [4] BOCKELEE-MORVAN A., FANGUIN J. et SCHILLING R. (1989) —Semences et arachide de bouche, technologie et installations industrielles *Oléagineux*, **44** (7), 365-370
- [5] BOUR E. et JOULAIN H. (1991). —Rapport de synthèse sur les expérimentations réalisées entre 1976 et 1990 en défense des cultures d'arachide. I.S.R.A. Secteur Centre-Sud, Kaolack, Sénégal, 14 p
- [6] CLAYTON P.B., PRESLEY A. H. and RUTHERFORD S. R. (1987) —Aspects of film coating agrochemicals onto seed B C P C. Mono n°39, 1987, G. B., 229-235
- [7] DUPONT B. et DAVET P. (1987) —La mise en oeuvre du traitement de semences. *Phytoma-Défense des Cultures*, Fr., n°389, 23-25
- [8] GAYE M. (1991) —Les producteurs d'arachide au Sénégal face au problème d'approvisionnement en semences. I.S.R.A. Secteur Centre-Sud, Kaolack Sénégal. 9p.
- [9] HALMER P. (1987) —Technical and commercial aspects of seed pelleting and film-coating. B.C.P.C. Mono n°39, G. B., 191-204
- [10] JEFFS K. A. (1986) —Seed treatment. B.C.P.C. Publications, Thornton Heath, Surrey, G. B., 296 p.
- [11] LAM M. et DELBOSCH G. (1978). —Conservation des semences d'arachide en magasins réfrigérés *Oléagineux (F)*, **33** (3), 123-128
- [12] MORIN J. F. (1984). —Protection des cultures et enrobage des semences. *Phytoma-Défense des Cultures*, Fr., n°357, 35-38
- [13] NARASIMHULU T. and KAMESWARA RAO P. (1989) —Effect of seed treatment with insecticides and fungicides on the germination of peanut seed *Seed Research*, Inde. **17** (2), 159-163
- [14] NAVARRO S. and CALDERON M. (1980). —Integrated approach to the use of controlled atmospheres for insect control in grain storage. *in* Controlled Atmosphere Storage of Grains. SHEJBAL ed., Elsevier, New York, U.S.A., 73-78
- [15] ROUZIÈRE A. (1980) —Rapport d'activité 1979 du Service Technologie de l'Arachide I.S.R.A. Secteur Centre-Sud, Kaolack, Sénégal, 36 p.
- [16] ROUZIÈRE A. (1986) —Stockage des semences d'arachide décortiquées en atmosphères contrôlées. I. Essais préliminaires 1979-1982. *Oléagineux*, **41** (7), 329-344
- [17] ROUZIÈRE A. (1986). —Stockage des semences d'arachide décortiquées en atmosphères contrôlées. II. Essais de précommercialisation 1983-1985. *Oléagineux*, **41** (11), 507-518
- [18] SHEJBAL J. et de BOISLAMBERT J. N. (1982). —Le stockage en atmosphères modifiées, in : Conservation et Stockage des Graines et Grains et Produits dérivés, MULTON éd. A P R I A -Lavoisier. Paris, Fr., 772-800
- [19] SCHIFFERS B. et FRASELLE J. (1988). —Le point sur les techniques de traitement des semences. *Annales de Gembloux*, B. **94** (4), 305-315
- [20] SCOTT J. M. (1989). —Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment *Advances in Agronomy*, U.S.A., **42** (1), 43-83
- [21] SLAY W. O., HOLADAY C. E., PEARSON J. L. and POMPLIN J. A. (1980) —Low-oxygen atmospheres as a practical means of preserving the quality of shelled peanuts A A T -S-16. U.S.D.A., New Orleans, La, U S A ., 9 p
- [22] WOODROOF J. G. (1983) —Peanuts Production Processing Products Avi Publishing Co Inc., Westport, Connecticut, U S A ., 414 p

RESUMEN

Preparación industrial de las semillas de maní listas para usarse : experiencia de Senegal. II. Tratamiento, conservación y comportamiento en el campo.

A. ROUZIÈRE, *Oléagineux*, 1993, **48**, N°3, p. 139-154

En la preparación industrial de semillas de maní listas para usarse, el tratamiento fungicida-insecticida constituye una etapa-clave; proporciona una protección eficaz contra los parásitos de los manís almacenados y las enfermedades del despunte, garantizando al mismo tiempo el éxito final del procedimiento por dos razones. Sin embargo la realización de la operación en los países del Sahel plantea problemas cuya solución necesita que se disponga de productos y materiales verdaderamente adaptados. El almacenamiento intermedio de las semillas tratadas también debe realizarse de acuerdo a un procedimiento adecuado; las ventajas e inconvenientes de los dos procedimientos disponibles, el almacenamiento refrigerado y el acondicionamiento-almacenamiento en una atmósfera modificada se presentan y comparan. Luego se describe el comportamiento en el campo de las semillas producidas a raíz de estos ensayos, a partir de los resultados logrados en condiciones de explotaciones campesinas y en las estaciones, dándose elementos sobre su aceptación por parte de los usuarios. El artículo termina analizando las perspectivas reales de desarrollar este procedimiento nuevo en el África.

Palabras claves. — Maní, semillas listas para usarse, Senegal, tratamiento y empiladoramiento de las semillas, almacenamiento en una atmósfera modificada.