

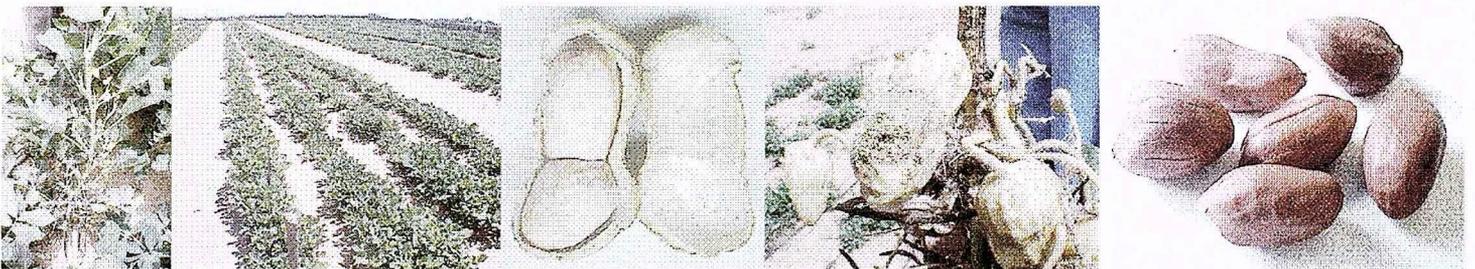
2337

 **Projet d'appui au CNIA**
ARACHIDE DE BOUCHE - DIVERSIFICATION

Rapport d'activités

Campagne 2001

Convention CNIA / CIRAD du Programme de relance de la filière arachide de bouche du 27.04.01 - PETF Année II



Mars 2002

PROJET D'APPUI AU CNIA



'ARACHIDE DE BOUCHE - DIVERSIFICATION'

Dans le cadre du projet d'appui au CNIA pour la relance de la production d'arachide de bouche au Sénégal, l'équipe CIRAD développe une approche de gestion intégrée de la qualité tout au long de la filière.



Ainsi, la qualité physique et sanitaire (principalement la contamination par les aflatoxines) des graines décortiquées est appréhendée au travers du fonctionnement de la parcelle en culture pluviale et irriguée, de l'exploitation agricole, de la collecte et de la première transformation.

L'objectif principal est de sécuriser la qualité de l'arachide de bouche et de coordonner l'action des acteurs de la filière pour répondre aux exigences des marchés et aux attentes des consommateurs.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
1.1. PROBLÉMATIQUE.....	1
1.2. OBJECTIFS	1
1.3. DÉMARCHE « QUALITÉ »	2
1.4. DISPOSITIF ET PARTENARIAT	3
2. PRODUCTION D'ARACHIDE DE BOUCHE	4
2.1. INTRODUCTION.....	4
2.2. DÉFINITION DES CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ARB.....	4
2.3. DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION D'ARB DE QUALITÉ EN CULTURE IRRIGUÉE DANS LA RÉGION DU FLEUVE SÉNÉGAL.....	6
2.3.1. <i>Pilotage de l'irrigation pour une production de qualité en culture irriguée</i>	7
2.3.1.1. Introduction.....	7
2.3.1.2. Matériel et méthodes	7
2.3.1.3. Résultats et discussion.....	9
2.3.1.4. Conclusions et perspectives.....	12
2.3.2. <i>Gestion du risque aflatoxine</i>	13
2.3.2.1. Introduction.....	13
2.3.2.2. Matériel et méthodes	13
2.3.2.3. Résultats et discussion.....	13
2.3.2.4. Conclusions et perspectives.....	15
2.3.3. <i>Production paysanne et qualité</i>	16
2.3.3.1. Introduction.....	16
2.3.3.2. Matériel et méthodes	16
2.3.3.3. Résultats et discussion.....	17
2.3.3.4. Conclusions et perspectives.....	20
2.3.4. <i>Validation du modèle de bilan hydrique en contre-saison chaude et en hivernage</i>	22
2.3.4.1. Introduction.....	22
2.3.4.2. Matériel et méthodes	22
2.3.4.3. Résultats et discussion.....	23
2.3.4.4. Conclusions et perspectives.....	25
2.3.5. <i>Essai enrobage</i>	26
2.3.5.1. Introduction.....	26
2.3.5.2. Matériel et méthodes	26
2.3.5.3. Résultats et discussion.....	27
2.3.5.4. Conclusions et perspectives.....	28
2.4. RELANCE DE LA PRODUCTION D'ARB DE QUALITÉ DANS LE BASSIN ARACHIDIER.....	29
2.4.1. <i>Production paysanne et qualité des ARB</i>	29
2.4.1.1. Introduction.....	29
2.4.1.2. Matériel et méthodes	29
2.4.1.3. Résultats et discussion.....	30
2.4.1.4. Conclusions et perspectives.....	31
2.4.2. <i>Cercosporiose et qualité des ARB</i>	32
2.4.2.1. Introduction.....	32
2.4.2.2. Matériel et méthodes	32
2.4.2.3. Résultats et discussion.....	33
2.4.2.4. Conclusions et perspectives.....	35
2.5. GESTION DE LA QUALITÉ SUR LA FILIÈRE DE PRODUCTION D'ARB.....	36
3. FILIÈRE POST-RÉCOLTE : ETUDE DES PRÉALABLES À LA MISE EN PLACE D'UNE DÉMARCHE « QUALITÉ TOTALE »	37
3.1. POST-RÉCOLTE	38
3.1.1. <i>Séchage des gousses</i>	38
3.1.1.1. Introduction.....	38
3.1.1.2. Matériel et méthodes	38
3.1.1.3. Résultats et discussion.....	38
3.1.1.4. Conclusions et perspectives.....	39
3.1.2. <i>Transfert d'activités de pre-transformation au niveau des agriculteurs : tri des gousses</i>	40
3.1.2.1. Introduction.....	40
3.1.2.2. Matériel et méthodes	40
3.1.2.3. Résultats et discussion.....	41

3.1.2.4. Conclusions et perspectives.....	44
3.2. PRÉ-USINAGE	45
3.2.1. Agréage des lots d'ARB	45
3.2.1.1. Introduction	45
3.2.1.2. Matériel et méthodes	45
3.2.1.3. Résultats et discussion	45
3.2.1.4. Conclusions et perspectives.....	47
3.2.2. Evaluation des outils de nettoyage des récoltes.....	48
3.2.2.1. Introduction	48
3.2.2.2. Matériel et méthodes	48
3.2.2.3. Résultats et discussion	49
3.2.2.4. Conclusions et perspectives.....	51
3.2.3. Stockage des lots d'ARB	53
3.2.3.1. Introduction	53
3.2.3.2. Matériel et méthodes	53
3.2.3.3. Résultats et discussion.....	53
3.2.3.4. Conclusions et perspectives.....	54
3.3. USINAGE	55
3.3.1. Analyse HACCP des unités de transformation	55
3.3.1.1. Introduction	55
3.3.1.2. Application de la méthode HACCP.....	55
3.3.1.3. Conclusions et perspectives.....	56
3.3.2. Décorticage semi-industriel des gousses d'ARB	57
3.3.2.1. Introduction	57
3.3.2.2. Matériel et méthodes	57
3.3.2.3. Résultats et discussion	57
3.3.2.4. Conclusions et perspectives.....	57
3.3.3. Tri des graines HPS.....	59
3.3.3.1. Introduction	59
3.3.3.2. Matériel et méthodes	59
3.3.3.3. Résultats et discussion.....	59
3.3.3.4. Conclusions et perspectives.....	62
3.4. POST-USINAGE	63
3.4.1. Procédés actuels de fumigation	63
3.4.1.1. Fumigation des gousses d'arachide	63
3.4.1.2. Fumigation des graines d'arachide	63
3.4.2. Recommandations.....	64
4. CONTRÔLE DES LOTS À L'EXPORTATION	65
4.1. RENFORCEMENT DE LA LÉGISLATION ARB	65
4.2. DÉVELOPPEMENT D'UN LABORATOIRE NATIONAL DE CONTRÔLE DES ARB ET DE LABORATOIRES DE CONTRÔLE QUALITÉ DANS LES USINES.....	66
5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	67
5.1. ANALYSE HACCP DE LA FILIÈRE.....	67
5.2. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	68
6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69
7. ANNEXES.....	70

1. INTRODUCTION

Le présent document synthétise les résultats préliminaires des actions de recherche et développement menées par l'équipe CIRAD dans le cadre de l'année 2 du programme de relance de la filière « Arachide de Bouche / Diversification », initié par l'Etat du Sénégal en partenariat avec l'Union européenne (Stabex). Le travail s'insère dans le dispositif général d'appui à la filière mis en œuvre par le CNIA et incluant les activités menées directement ou en partenariat avec l'ISRA, l'ITA et les différents acteurs de la filière.

1.1. PROBLEMATIQUE

La production d'huile et de tourteaux représente actuellement l'essentiel de la valorisation de la production d'arachide au Sénégal. Or, le marché mondial de l'huile se précarise par la présence de produits concurrentiels cultivés dans les pays du nord avec de forts rendements et surtout des subventions à la production. Dans ce contexte difficile, l'arachide de bouche (ARB) représente une voie de diversification et de valorisation de la production par rapport au marché de l'huilerie, moyennant le respect de certaines exigences en terme de régularité, de quantité et de qualité.

La qualité des produits s'élabore tout au long de la filière, depuis la parcelle de production jusqu'à la commercialisation du produit fini. Concernant l'arachide de bouche, on distingue un segment de production agricole, un segment de collecte et de stockage, et enfin un segment d'usinage en produits alimentaires. A l'échelle de la filière, cinq questions clés sont posées :

- Comment assurer la production d'arachide de bouche de qualité en culture irriguée ?
- Comment gérer la qualité sanitaire de la production dans le bassin arachidier et la vallée du fleuve ?
- Quelle organisation cohérente de la collecte proposer ?
- Comment optimiser le revenu de la filière dans sa globalité ainsi qu'au niveau de chaque acteur ?
- Peut-on, et comment, certifier la qualité du produit fini 'arachide de bouche' d'exportation ?

Les actions de recherche menées par l'équipe du CIRAD portent donc sur l'optimisation du rendement et de la qualité sanitaire et technologique du produit, tout au long de la filière avec un objectif de développement d'outils de gestion de la qualité sanitaire et principalement le risque aflatoxines.

1.2. OBJECTIFS

Optimiser et réguler les approvisionnements, et créer une image de qualité des produits sénégalais font partie des objectifs du projet CNIA auquel le CIRAD concourt pour la relance de la production d'arachide de bouche au Sénégal. Répondre aux questions posées amène ainsi à définir des objectifs de mise au point d'un ensemble de techniques, d'outils d'aide à la décision et de méthodes de travail, à l'usage non seulement des acteurs de la filière, mais également des décideurs.

- Pour le producteur, les attentes portent sur la fourniture de variétés adaptées aux exigences de la filière, et de techniques culturales et post-culturales en conditions pluviales et irriguées pour l'obtention de produits ARB et de semences de qualité.
- Pour l'acheteur, les outils mis au point devront permettre d'évaluer la qualité de la production livrée et ainsi de décider de la destination des achats (arachide de bouche ou huilerie), du mode de nettoyage et stockage ou du transfert des lots vers la transformation industrielle ou artisanale.
- Pour le transformateur, il s'agira de fournir des informations relatives à la qualité des lots afin d'optimiser le process (réglages des machines, rythmes de production, stockages intermédiaires, etc.) et d'en prévoir les coûts (main d'œuvre de tri en particulier).
- Pour la filière, l'augmentation des débouchés à l'exportation de l'arachide de bouche sénégalaise en sécurisant et maîtrisant la qualité du produit, en créant un label de qualité 'Arachide de bouche du Sénégal' reconnu sur le marché international et en diversifiant les produits d'exportation.

1.3. DEMARCHE « QUALITE »

La relance de la filière arachide de bouche au Sénégal doit impérativement intégrer les standards internationaux en matière de qualité mais surtout de sécurité alimentaire (principalement le risque aflatoxines) faute de quoi elle pourrait se trouver frappée d'une interdiction d'exportation vers certains marchés rémunérateurs (Union Européenne principalement). Cet objectif de qualité physique et sanitaire ne peut être atteint qu'au travers de la maîtrise et de la sécurisation de tous les acteurs de la filière depuis le producteur jusqu'à l'exportateur (cf. Tableau 1). Le CIRAD s'intéresse ainsi au processus d'élaboration et d'évolution de la qualité du produit ARB tout au long des activités de la filière.

Tableau 1 : Approche qualité filière ARB

FILIERE ARB	OBJECTIFS DU PROGRAMME
PRODUCTION	* Maîtrise et sécurisation de la production et des activités post-récolte : Développement de la production d'ARB de qualité en culture irriguée dans la région du fleuve Sénégal et relance de la production d'ARB de qualité dans le bassin arachidier afin d'optimiser le rendement en graines HPS et de répondre aux critères de qualité physique et sanitaire des marchés rémunérateurs
TRANSFORMATION	* Sécurisation des approvisionnements : ségrégation des lots au point de collecte * Préservation de la qualité des lots avant usinage : optimisation du nettoyage et du stockage des coques * Maîtrise et sécurisation des activités d'usinage (décorticage, tri, conditionnement) : optimisation du rendement en graines HPS, contrôle des risques contaminants au travers d'une démarche HACCP, mise en place de démarches d'assurance qualité * Préservation de la qualité des lots après usinage : optimisation de la fumigation et du stockage des graines
CONTROLE EXPORT	* Sécurisation de l'image de marque de l'ARB sénégalaise : Renforcement de la législation sur le contrôle des lots d'ARB destinés à l'exportation, développement d'un laboratoire national accrédité pour le contrôle de la qualité sanitaire et physique des lots d'ARB

Durant l'année 1 du projet, la priorité a été donnée aux premiers travaux de mise au point de techniques et d'outils d'aide à la décision, intégrant les exigences quantitatives et qualitatives pour la production d'ARB en culture irriguée et pluviale. Parallèlement, le diagnostic de la filière ARB a été initié au travers de l'étude du dispositif de suivi des agriculteurs Novasen et de l'évaluation des activités de pré-usinage.

Les actions de l'année 2 s'inscrivent dans la continuité de l'année 1 avec pour objectif :

- Finalisation de l'outil de pilotage de l'irrigation pour la production d'arachide de qualité et mise en œuvre en conditions paysannes (8ha). Construction de l'outil de gestion du risque aflatoxines intégrant la relation hydrique sol-plante, les maladies foliaires et la cinétique de séchage. Essai de production optimisée en conditions paysannes (5ha) dans le bassin arachidier.
- Finalisation de l'outil d'agrégation des lots à réception au point de collecte. Poursuite de l'évaluation et de l'optimisation des activités de pré-usinage (nettoyage, traitement et stockage). Essai de mise en œuvre des conditions optimisées de pré-usinage à partir des arachides de l'essai paysan optimisé. Evaluation technico-économique de l'impact du transfert d'activités de pré-transformation (tri des gousses) au niveau des agriculteurs, sur la qualité des graines décortiquées et la rentabilité des activités d'usinage.
- Etude préalable à la mise en place de la démarche HACCP au niveau des unités de transformation des ARB. Evaluation et optimisation des programmes de contrôle qualité. Etude et optimisation du matériel semi-industriel de transformation des ARB.

- Poursuite de la démarche conjointe CIRAD/ITA/WOLFF visant à la mise en place et à la certification du laboratoire national de contrôle des ARB ainsi qu'au renforcement de la législation sénégalaise en matière d'ARB.

A terme, la professionnalisation et la sécurisation des acteurs de la filière arachide de bouche sénégalaise devraient aboutir à une reconnaissance internationale de la qualité des produits arachidiers sénégalais et ouvrir de nouveaux marchés rémunérateurs pour ses exportations.

1.4. DISPOSITIF ET PARTENARIAT

L'équipe CIRAD basée au Sénégal se compose des compétences suivantes :

- 1 agronome animateur scientifique : définit les actions de recherche et la démarche méthodologique, élabore les protocoles expérimentaux, coordonne les activités, assure la rédaction de rapports et fiches techniques, la gestion administrative et financière des activités et favorise les interactions avec les différents partenaires.
- 1 agronome de terrain : conduit les essais agronomiques dans la région du fleuve en contre-saison, puis en station dans le bassin arachidier pendant l'hivernage, supervise les opérations culturales et les observations en laboratoire, gère la collecte des données expérimentales.
- 1 agro-technologue : s'intéresse à la qualité sanitaire et physique du produit, particulièrement sur les segments post-récolte, commercialisation, transformation et appuie la mise en place du plan de contrôle-certification de la qualité du produit 'arachide de bouche'.
- 1 technicien supérieur : dirige les opérations culturales et les observations agronomiques dans la région du fleuve en contre-saison puis dans le bassin arachidier en station.
- 2,5 techniciens observateurs : assurent les opérations culturales et les observations agronomiques en milieu paysan dans le bassin arachidier pendant l'hivernage et viennent en appui aux essais menés en station.

L'équipe reçoit un appui organisationnel, scientifique et méthodologique des spécialistes basés à Montpellier, sous forme de missions ponctuelles et de documentation scientifique et technique, garantissant l'interdisciplinarité indispensable à une intervention à l'échelle de la filière.

Dans le cadre du projet d'appui au CNIA, trois organismes de recherche agronomique et différents opérateurs de la filière sont impliqués :

- l'**ISRA**, au travers d'un réseau de stations et de chercheurs, s'intéresse à la variabilité des pratiques liées aux conditions de milieu : variétés et zone de production, sol et fertilisation, semences et traitement fongicide, revenu des agriculteurs et système de production.
- l'**ITA** se charge plus spécialement de la métrologie de la qualité sanitaire finale des produits. Outre les activités engagées pour la mise en place d'un laboratoire national de contrôle de la qualité sanitaire des produits, l'ITA participe aux travaux conduits par le CIRAD sur l'élaboration de la qualité au travers de mesures de la teneur en aflatoxines des produits.
- Les **opérateurs** : dans la région du fleuve, nos partenaires sont M. I. Seck, responsable du Gie Agrinord ainsi que la SOCAS. Un contrat passé avec chacun de ces organismes nous a permis de bénéficier de parcelles équipées d'un système d'irrigation en goutte-à-goutte pendant la contre-saison chaude et l'hivernage 2001. Par ailleurs, plusieurs essais de transfert des résultats de l'année 1 ont été réalisés chez des agriculteurs du Fleuve (2ha en contre-saison chaude et 5ha en hivernage). En culture pluviale, 5ha de production optimisée ont été mis en place en hivernage 2001 avec 4 agriculteurs du dispositif Novasen. Parallèlement, l'étude en vue de la mise en place de la démarche HACCP sur la filière ARB a été conduite sur les sites de production de la Novasen (Lyndiane) et de la Sonacos (Louga). D'autres opérateurs en amont de la filière ont aussi été associés à nos activités (SENCHIM : semences enrobées ; SISMAR : matériel agricole et post-récolte).

2. PRODUCTION D'ARACHIDE DE BOUCHE

2.1. INTRODUCTION

Cette étape cruciale de la filière vise tout d'abord le développement d'une filière de production d'arachide de bouche répondant aux critères internationaux de qualité physique (grade, défauts, corps étrangers, etc.) et sanitaire (aflatoxines, résidus de pesticides, etc.) tout en assurant un revenu correct aux agriculteurs. Comme en année 1, les activités se sont concentrées sur le pôle du bassin arachidier, zone traditionnelle de production d'arachide au Sénégal, et dans la vallée du fleuve Sénégal, zone nouvelle et prometteuse de par la possibilité de production en culture irriguée (cf. Tableau 2).

Tableau 2. Contenu technique et objectifs des expérimentations agronomiques conduites en 2001

INTITULE	LOCALISATION	MODALITES
Alimentation hydrique et qualité physique et sanitaire	Agrinord	- 11 variétés - 8 régimes hydriques - Goutte à goutte
	SOCAS	- 16 variétés - 2 régimes hydriques - Goutte à goutte
	Agriculteurs	- 1 variété : Fleur 11 - 1 régime hydrique : G4 - Gravitaire et aspersion
Cercosporiose et qualité physique et sanitaire	ISRA Niore	- 1 variété : GH 119-20 - 6 modalités de protection + témoin
Production paysanne en conditions optimisées	Région de Kaolack	- 4 agriculteurs (5ha)

L'objectif de l'année 2 est tout d'abord de confirmer et d'affiner les acquis de l'année précédente, de procéder au transfert de certains d'entre eux en milieu paysan et enfin de préparer la phase de développement prévue en année 3 du projet. Dans ce cadre, les problématiques de gestion de la qualité et du rendement au travers de l'état hydrique de la plante vont être approfondies afin de finaliser les outils de gestion de l'irrigation et des traitements contre les maladies foliaires. Afin de se rapprocher de l'échelle de production paysanne et d'accroître la représentativité des données obtenues, une grande partie des essais vont être menés à l'échelle de l'hectare. Enfin, les arachides produites lors de ces essais permettront en année 3 la mise en place de près de 100 hectares de parcelles de transfert technologique.

A terme, nous devrions être en mesure de proposer aux agriculteurs un « package technologique » adaptée à des conditions édaphoclimatiques bien définies, et assurant un rendement et une qualité optimum de la production d'arachide de bouche en limitant le risque de contamination par les aflatoxines. L'objectif est enfin de produire un « guide des bonnes pratiques agricoles pour la production d'ARB » soulignant les principaux risques de dégradation de la qualité et du rendement au cours de la phase de production et proposant des mesures correctives correspondantes.

2.2. DEFINITION DES CRITERES DE QUALITE DE L'ARB

Avant d'entamer la présentation des résultats de l'année 2 d'expérimentation, il est important de revenir sur la définition des critères de qualité de l'ARB afin de s'assurer de la bonne compréhension des résultats. Ainsi, la mise en place d'une démarche qualité doit se faire en fonction d'objectifs qualité définis par les cahiers des charges des importateurs (cf. Tableau 3) et les réglementations en vigueur dans leurs pays (cf. Tableau 4).

Tableau 4. Exemples de réglementations internationales en matière de résidus d'aflatoxines.

PAYS	Aflatoxines : teneurs maximales admises (ppb)	
	B1	B1+B2+G1+G2
Union Européenne		
• Consommation humaine directe	2	4
• Consommation humaine indirecte et ingrédient	8	15
USA		20
Codex Alimentarius		15 (proposition)

Bien entendu, l'impact de chaque paramètre diffère en fonction de sa gravité, de sa fréquence d'apparition et du risque de non détection. Une hiérarchisation des risques sur la base de ces paramètres a permis d'identifier la teneur en aflatoxines comme danger N°1 suivi du taux de graines présentant des défauts majeurs (moisies et attaquées) qui lui est directement corrélé (Tableau 5).

Ces critères combinés aux paramètres techniques de la filière permettent de définir les seuils d'acceptabilité des produits aux différentes étapes de production et de transformation afin de garantir la qualité du produit final. Ainsi, pour GH 119-20, le seuil de 0.5% de graines présentant des défauts majeurs dans le produit final correspond avant tri à un taux de 3% de graines ou 5% de gousses avant décorticage (Figures 1 et 2). Avec la variété 55-437, le seuil de 0.5% correspond à un taux de 3.5% de graines dans le produit initial. Cette approche « remontante » de la qualité nous permet d'établir les niveaux de qualité nécessaire du produit à chaque étape de la filière et ainsi de fixer les seuils d'acceptation lors des contrôles qualité.

Figure 1. Corrélation entre le taux de graines présentant des défauts majeurs dans le produits initial et final (GH 119-20)

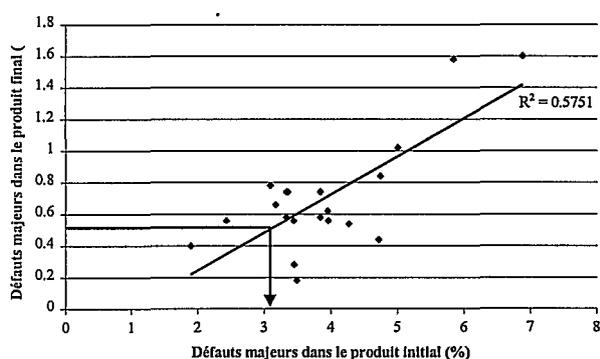
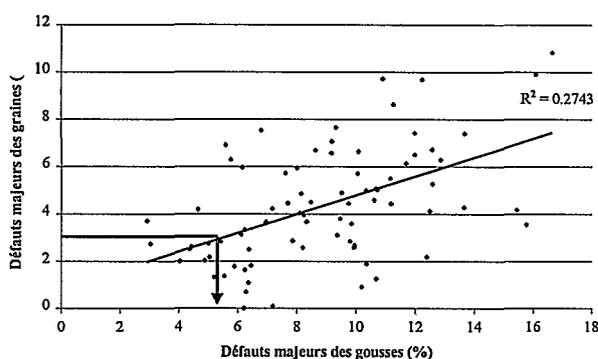


Figure 2. Corrélation entre le taux de graines et de gousses présentant des défauts majeurs (GH 119-20)



Il conviendra en année 3 du projet de développer cette approche à tous les paramètres de qualité et aux différentes variétés de bouche afin de les intégrer dans l'approche qualité filière.

2.3. DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION D'ARB DE QUALITE EN CULTURE IRRIGUEE DANS LA REGION DU FLEUVE SENEGAL

Les résultats de la recherche arachidière internationale montrent que l'alimentation hydrique de la plante est le principal facteur influençant la contamination des arachides par les moisissures (*Aspergillus flavus* et *parasiticus*) responsables de la production d'aflatoxines. Le contrôle de ce paramètre est impossible dans le bassin arachidier où la culture est conduite en condition pluviale sans irrigation. A l'inverse, la région du fleuve Sénégal est équipée de canaux d'irrigation (SAED) rendant possible la culture irriguée de l'arachide en saison mais aussi en contre-saison, période durant laquelle la valeur des arachides sur le marché est plus élevée.

Les actions du CIRAD (cf. Tableau 6) portent principalement sur l'étude de l'impact du régime hydrique sur le rendement et la qualité des ARB. L'objectif est d'affiner les trajectoires hydriques tester en année 1 et ainsi de déterminer le point de fléchissement de la courbe rendement HPS/apport d'irrigation. Parallèlement, les résultats de la campagne 2000 ont permis de mettre en place 2ha de production paysanne pilote en contre-saison chaude et en hivernage 2001 en appliquant le régime hydrique optimum déterminé pendant les deux contre-saisons.

Des travaux complémentaires sont aussi menés afin de tester le comportement de nouvelles variétés sous divers régimes hydriques et d'évaluer l'impact de l'enrobage sur la levée des semences. Enfin, les arachides produites en hivernage 2001 permettront de mettre en place des surfaces paysannes plus importantes pendant la contre-saison sèche 2002.

Parallèlement, l'amélioration des paramètres de production agricole doit être accompagnée d'une optimisation de la phase de séchage durant laquelle peuvent survenir des dégradations importantes causant un accroissement de la contamination par les aflatoxines. Le CIRAD aborde cet aspect par l'étude de divers modes de séchage et de son impact sur la qualité des ARB.

Tableau 6. Contenu technique et objectifs des expérimentations agronomiques conduites dans la région du Fleuve Sénégal en 2001

Intitulé	Localisation	Modalités	Objectifs
1) Pilotage de l'irrigation	Contre-saison : Savoigne	- 2 variétés : Fleur 11 et GH 119-20 - 4 régimes hydriques - goutte à goutte	1. Affiner les trajectoires hydriques développées en année 1 en fonction d'objectifs de rendement et de qualité 2. Recommandations pour la production d'ARB de qualité en culture irriguée
2) Gestion du risque aflatoxines	Contre-saison : Savoigne	Idem 1)	1. Interactions état hydrique – aflatoxines 2. Recommandations pour la gestion du risque aflatoxines
3) Production paysanne et qualité	Contre-saison : Ndiala khar / Lac de Guiers Hivernage : Ndiala khar / Ndialam	- 1 variété : Fleur 11 - 1 traitement hydrique - 2 modes d'irrigation : gravitaire et aspersion	1. Transfert en milieu paysan du régime hydrique optimum déterminé en année 1 2. Préparation d'un guide des bonnes pratiques agricoles
4) Validation du modèle	Contre-saison : Savoigne Hivernage : Bango	Contre-saison : - 11 variétés - 4 régimes hydriques - Goutte à goutte Hivernage : - 16 variétés - 2 régimes hydriques - Goutte à goutte	1. Tester la robustesse du modèle de bilan hydrique avec de nouvelles variétés 2. Produire des semences pour les essais de la campagne 2002 3. Evaluer de nouvelles variétés de bouche en condition d'irrigation et déterminer leur régime hydrique optimum
5) Essai enrobage	Contre-saison : Savoigne	- 2 variétés - 4 traitements	1. Evaluer l'impact de l'enrobage humide sur la levée et la mortalité des jeunes plants
6) Essai séchage	Hivernage : Niore	- 1 variété - 3 modes de séchages	1. Optimiser les conditions de séchage afin d'améliorer la qualité des ARB

2.3.1. PILOTAGE DE L'IRRIGATION POUR UNE PRODUCTION DE QUALITE EN CULTURE IRRIGUEE

2.3.1.1. Introduction

Les résultats obtenus en culture irriguée de contre-saison chaude 2000, en utilisant la technique du goutte-à-goutte, montrent qu'il est techniquement possible de produire de l'ARB de qualité à partir des variétés vulgarisées au Sénégal, Fleur 11 et GH 119-20. Certaines trajectoires hydriques permettent d'atteindre des rendements en graines HPS (Hand Picked Selected) de plus de 1t/ha. L'optimum rendement-qualité des graines est obtenu sous des régimes hydriques légèrement déficitaires sans assèchement marqué en fin de cycle.

La gamme de régimes hydriques testée en année 1 n'a cependant pas permis de déterminer le seuil d'irrigation à partir duquel le rendement en graines HPS diminue. L'objectif est donc de tester en contre-saison 2001 une restriction moins forte ou inexistante en eau pendant la formation et la maturation des gousses afin de situer l'optimum rendement-qualité. Sachant aussi que l'augmentation du nombre de graines s'accompagne d'écart de tri croissants constitués essentiellement de graines ridées, valorisables en huilerie mais plus ou moins faciles à trier en fonction de leur calibre, il sera intéressant de déterminer un optimum économique.

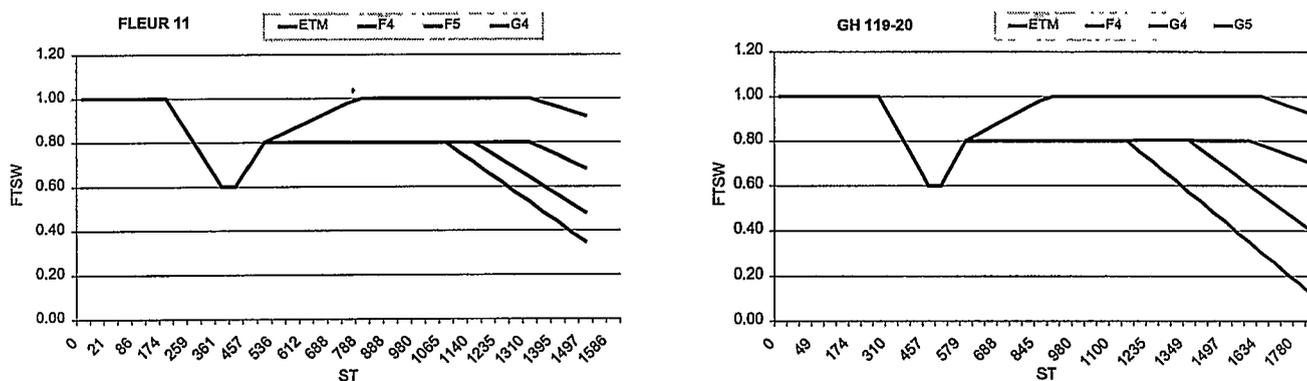
2.3.1.2. Matériel et méthodes

Mise en oeuvre. Le site d'expérimentation se situe à Savoigne (16,13 ° N ; 16, 28 ° O) à 40 km à l'est de Saint-Louis, sur sol sableux (Diéri). Le mode d'irrigation retenu est le goutte-à-goutte. Plusieurs régimes hydriques sont appliqués de manière indépendante sur deux variétés considérées séparément, Fleur 11 et GH 119-20.

Détermination des traitements hydriques. Les résultats obtenus en contre-saison 2000 nous permettent d'associer une croissance racinaire et aérienne ainsi qu'un scénario hydrique à un rendement en graines HPS (variable qui intègre quantité et qualité de la récolte). L'indicateur retenu pour caractériser l'état hydrique du sol est la FTSW, calculée à partir de la profondeur de sol explorée par les racines de la plante et des caractéristiques hydrodynamiques du sol. L'évolution dans le temps des valeurs de FTSW constitue une trajectoire hydrique.

Traduction des trajectoires hydriques en apports d'eau. Un modèle de bilan hydrique est utilisé pour déterminer des doses et des fréquences d'irrigation à partir de ces trajectoires hydriques. Les simulations seront effectuées sur la base des données climatiques de la station météorologique Eole installée sur la parcelle et de la cinétique de croissance racinaire et foliaire. Quatre traitements hydriques sont retenus par variété : F4, F5, G4 et ETM (avec léger stress de floraison) pour Fleur 11, F4, G4, G5 et ETM pour GH (Figure 3). Pour chaque variété, les traitements seront répétés quatre fois selon un dispositif en blocs randomisés.

Figure 3. Trajectoires hydriques testées sur les variétés Fleur 11 et GH 119-20



Installations de terrain. Dispositif d'irrigation de 64 lignes de 150 m dont 36 m utiles et 4 lignes par parcelle. Sur ces 36 m, 10 m sont réservés aux mesures de rendement et de qualité, 4 m aux mesures d'état hydrique du sol et des plantes et 20 m aux prélèvements destructifs (Figures 4 et 5). Distance entre les lignes de 50 et 60 cm respectivement pour Fleur 11 et GH 119-20 (Photo 1). Distance entre plants sur la ligne de 15 cm. Semis manuel à 2 graines par poquet (graines séparées de plus de 3 cm, traitées au Granox), après une irrigation de 30 mm, puis démariage à levée complète.

Figure 4. Dispositif expérimental

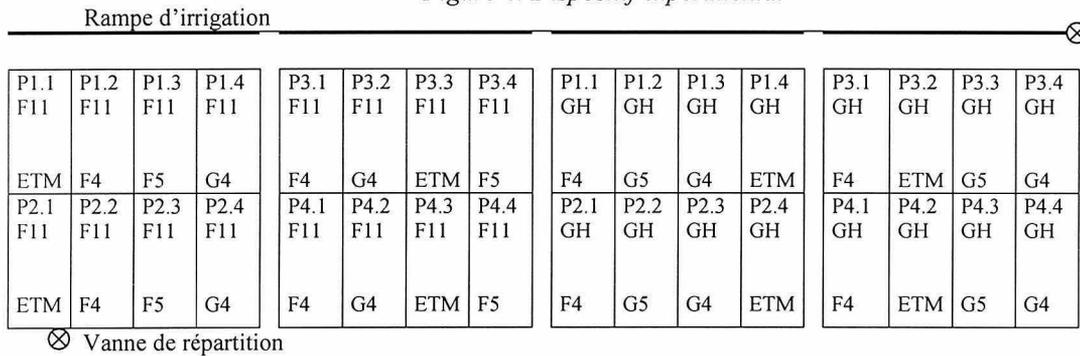
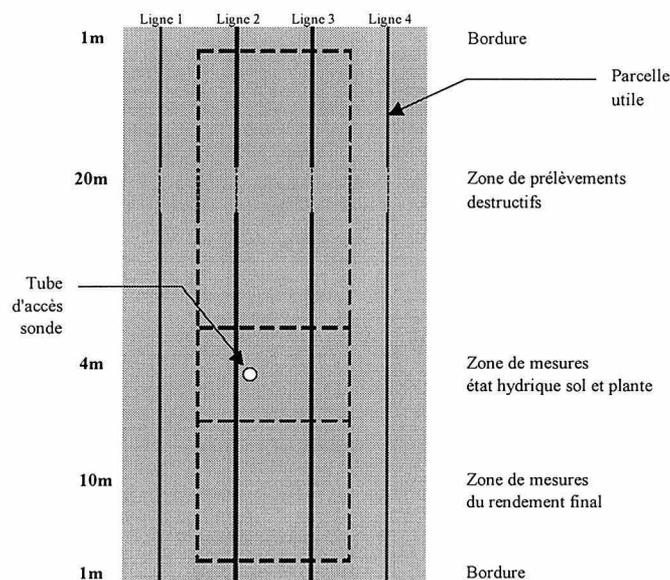


Figure 5. Plan des placettes d'essais



Mesures climatiques et suivi de l'état hydrique du sol. Suivi des paramètres climatiques ($T_{\min/\max}$, $HR_{\min/\max}$, V_{vent} et R_g) à partir des données de la station météorologique Eole. Mesure de l'humidité du sol par gravimétrie, échantillonnage tous les 10cm de profondeur jusqu'à 1m.

Suivi de croissance. Ces mesures sont effectuées sur des placettes d'échantillonnage de 2 lignes de 4 plants (lignes utiles). L'ordre de prélèvement a fait l'objet d'une randomisation. Chaque semaine, à raison de 4 plants par parcelle sur l'ensemble du dispositif, depuis 15 JAS jusqu'à la couverture de l'interligne, puis chaque 15 jours ensuite. Mesure de la surface foliaire au planimètre et longueur de la tige principale. Mesure de la longueur du pivot et des racines latérales sur 2 pieds par parcelle tous les 15 jours (profil et volume du réservoir = bulle d'humidité).

Analyses de récolte. Placette de rendement sur 2 lignes de 10 m. Egoussage en vert. Analyse technologique sur 2 kg de gousses par parcelle. Composantes du rendement et qualité physique et sanitaire des graines et des gousses.

Architecture et développement. A partir de l'apparition de la première fleur et de façon hebdomadaire, suivi du développement individuel des gousses, à raison de 2 plants par parcelle sur les régimes G4 et ETM. On limite le suivi aux 30 premiers sites fructifères apparus. Seuls ceux-ci sont suivis pour le développement des gousses en formation. Mesure de la longueur de chaque gousse en développement, détermination du stade de développement en référence à la méthode de coloration du parenchyme interne, état sanitaire des graines (cotylédons).

2.3.1.3. Résultats et discussion

Les résultats de l'année 1 avaient permis d'établir que l'alimentation hydrique expliquait le gradient de rendement en gousses. Ceci est confirmé en année 2, avec des rendements en gousses qui varient de 2.6 à 3.1 t/ha pour Fleur 11 et de 2.5 à 4.5 t/ha pour GH 119-20. Le rendement en gousses matures est identique à ceux obtenus en année 1 pour Fleur 11, avec près de 86%, mais beaucoup plus faible pour GH 119-20 avec seulement 43%. Ce dernier s'explique par la forte contamination des gousses des variétés à cycle long par *Aspergillus niger* en fin de cycle. Il en résulte un plus faible rendement en graines HPS avec un maximum de 1.1t/ha contre près de 2t/ha en année I, de nombreuses gousses pourrissant au fur et à mesure de leur maturation. Ce phénomène a été beaucoup moins marqué sur la variété Fleur 11 comparativement à GH 119-20, avec respectivement 3.75 et 8.25 gousses moisies sur les 30 premiers sites fructifères à la récolte (Figures 6 et 7).

Trajectoire hydrique, croissance et rendement

L'hypothèse selon laquelle les trajectoires hydriques (Figures 10 et 11) sont corrélées significativement avec le développement, le rendement et la qualité des arachides est confirmée. Le pilotage de l'irrigation, grâce au modèle de bilan hydrique développé en année 1, a autorisé une gestion simplifiée des apports d'irrigation à partir des données climatiques et de croissance de la plante. L'objectif qui était d'augmenter les apports en eau afin de déterminer le point d'inflexion à partir duquel la corrélation régime hydrique – rendement s'inverserait n'a cependant pas encore été atteint et ce malgré la conduite de la culture à ETM, sans aucune restriction hydrique. La structure grossière du sol pourrait expliquer cela (RU±50mm).

* Fleur 11

Comme en année 1, la variété Fleur 11 a bouclé son cycle de développement en 108 jours (1502° jour) soit 18 jours de plus qu'en conditions pluviales. La densité de pieds à l'hectare reste relativement proche de la densité initiale et ne diffère pas significativement selon l'offre du milieu (Tableau 7). Contrairement à GH 119-20, la variété Fleur 11 a été peu affectée par les attaques d'*Aspergillus niger* au niveau des plants et des gousses. Les régimes hydriques peu déficitaires (G4 et ETM) conduisent à un développement végétatif plus important (LAI>3 – Figure 12) ainsi qu'à une meilleure fructification symbolisée par la mise en place d'un plus grand nombre de gousses par pieds et de graines par gousses (R>70% - Tableau 7). Comme en année 1, la LAI reste fortement corrélée à la longueur de la tige principale (R>80%, Figure 14). Par conséquent, l'entrée du paramètre LAI dans le programme de gestion de l'irrigation pourra être remplacée par la longueur de la tige principale, paramètre non destructif et plus pratique à mesurer. Le poids de 100 graines tout venant ne varie pas significativement (P>0.05) selon les régimes hydriques tout comme le poids de 100 graines HPS (67.2±8.84g) qui est fortement supérieur à celui mentionné dans le catalogue variétal (50-55 g).

Tableau 7. Composantes du rendement en graines HPS (variété Fleur 11 en contre-saison)

Régime Hydrique	F4	F5	G4	ETM
Densité (pieds/ha)	137084 ± 10217 a	129167 ± 10251 a	130000 ± 4249 a	131458 ± 2917 a
Nb gousses/pieds	20.9 ± 0.52 a	21.0 ± 1.76 a	22.9 ± 1.28 ab	24.8 ± 2.84 b
Nb graines/gousses	1.25 ± 0.03 a	1.54 ± 0.15 b	1.32 ± 0.12 a	1.35 ± 0.03 ab
Poids 100 graines	51.7 ± 4.27 a	46.0 ± 1.00 a	47.5 ± 2.38 a	51.0 ± 3.16 a
Graines HPS (%)	50.6 ± 3.22 a	57.2 ± 3.32 ab	60.3 ± 5.75 ab	63.0 ± 6.93 b

Cette corrélation positive des paramètres de décomposition du rendement avec l'alimentation hydrique se répercute directement au niveau des rendements en gousses, graines et fanes (Tableau 8). Globalement, une alimentation peu déficitaire permet d'atteindre une production de 2t/ha en graines tout venant, de 1.3t/ha de graines HPS et de près de 4.5t/ha de fanes. Une alimentation excédentaire (>ETM) reste à évaluer afin de déterminer le point d'inflexion de la courbe rendement en graines HPS – alimentation hydrique.

Tableau 8. Rendement en gousses, graines et fanes (variété Fleur 11 en contre-saison)

Régime Hydrique	F4	F5	G4	ETM
Gousses (kg/ha)	2657 ± 313.0 a	2719 ± 287.0 ab	2906 ± 137.8 ab	3104 ± 370.0 b
Graines (kg/ha)	1828 ± 265.0 a	1897 ± 164.6 ab	1984.8 ± 91.7 ab	2196 ± 223.0 b
Graines HPS (kg/ha)	921.3 ± 103.6 a	1084 ± 88.7 ab	1198 ± 145.0 ab	1384 ± 223.0 b
Fanes (kg/ha)	3745 ± 308.0 a	3917 ± 755.0 a	4083 ± 401.0 ab	4688 ± 275.0 b
Graines moisies + attaquées (%)	6.80 ± 1.02 a	5.29 ± 0.85 a	6.47 ± 1.47 a	6.74 ± 2.14 a

Comparativement aux résultats obtenus en année 1 du programme, les rendements en graines sont inférieurs de 800kg et ceux en graines HPS de 1 tonne. Cette différence s'explique principalement par une définition plus stricte des paramètres de qualité des graines. Ainsi, les critères définis en année 1 laissaient une part trop importante de subjectivité causant de grandes variations entre trieur. Ces nouveaux paramètres donneront lieu à l'édition d'une fiche descriptive des défauts des graines d'ARB qu'il conviendra d'harmoniser entre les différents intervenants du programme afin de pouvoir comparer les résultats.

* GH 119-20

Comme en année 1, la variété GH 119-20 a bouclé son cycle de développement en 130 jours (1866° jour) soit 20 jours de plus qu'en conditions pluviales. Contrairement à Fleur 11, GH 119-20 semble plus susceptible aux attaques d'*A. niger*, ce qui se traduit par une diminution significative (-13%) de la densité de pieds à l'hectare (Tableau 9).

Tableau 9. Composantes du rendement en graines HPS (variété GH 119-20 en contre-saison)

Régime Hydrique	F4	G4	G5	ETM
Densité (pieds/ha)	118333 ± 7847 a	116667 ± 9329 a	112708 ± 16049 a	118125 ± 5829 a
Nb gousses/pieds	35.4 ± 6.82 a	37.6 ± 5.00 a	41.9 ± 4.86 a	46.7 ± 5.55 a
Nb graines/gousses	0.93 ± 0.30 a	1.29 ± 0.32 a	1.06 ± 0.16 a	1.00 ± 0.20 a
Poids 100 graines	64.5 ± 5.69 a	60.5 ± 3.51 a	62.3 ± 7.14 a	63.0 ± 6.38 a
Graines HPS (%)	37.2 ± 4.12 a	39.9 ± 3.19 a	37.9 ± 3.19 a	44.3 ± 6.40 a

L'impact du régime hydrique (Figure 11) sur les paramètres de croissance végétative (Figure 13 et 15) est confirmé et se répercute au niveau du rendement en fanes/ha qui augmente de près de 2 tonnes entre F4 et ETM ($R > 70\%$). Les différentes composantes du rendement en graines HPS ne sont pas significativement différentes entre traitements du fait de la forte variabilité entre les répétitions causée par l'hétérogénéité de texture du sol au sein de la parcelle. Le nombre de graines par gousse et le poids de 100 graines tout venant sont stables avec 1 graine/gousse et 62.5g/100 graines respectivement. Le poids de 100 graines HPS ne varie pas selon l'offre du milieu (72.7±15.6g) et reste conforme au catalogue variétal. La distribution des grades (Figure 9), ne diffère pas significativement entre les régimes hydriques peu limitants, seul le régime hydrique F4 présente un taux plus important de grades élevés (60-70 et 70-80). Globalement 50% des graines HPS sont de grade 40-50, et malgré la présence de graines de gros calibre (10 à 15% de calibre 20-30 graines/once), la variété GH 119-20 est beaucoup plus hétérogène que la Fleur 11.

Les rendements présentés dans le tableau 10 sont tous significativement corrélés aux apports d'irrigation ($R > 75\%$). Comparativement aux observations réalisées en année 1, les régimes non

limitant donnent les meilleurs rendements mais, comme pour Fleur 11, l'optimum n'a toujours pas été atteint et les résultats restent inférieurs à ceux de l'année 1.

Tableau 10. Rendement en gousses, graines et fanes (variété GH 119-20 en contre-saison)

Régime Hydrique	F4	G4	G5	ETM
Gousses (kg/ha)	2490 ± 367.2 a	3354 ± 890.2 ab	3750 ± 159.5 bc	4479 ± 379.3 c
Graines (kg/ha)	1501 ± 219.1 a	2163 ± 465.7 ab	2435 ± 391.7 b	2600 ± 235.2 b
Graines HPS (kg/ha)	558.3 ± 102.9 a	869.0 ± 214.6 ab	930.7 ± 220.6 ab	1152.8 ± 255.8 b
Fanes (kg/ha)	4396 ± 709.1 a	5198 ± 739.4 ab	5177 ± 435 ab	6177 ± 524 b
Graines moisies + attaquées (%)	9.08 ± 0.25 a	9.28 ± 0.29 a	8.44 ± 1.39 a	11.5 ± 0.35 b

Le taux de graines HPS est anormalement faible, du fait de la forte dégradation des gousses matures par *A. niger*. Ainsi, les gousses pourrissaient au fur et à mesure de leur maturation (Figure 7) réduisant significativement le rendement en graines HPS. Dans ce cadre précis, les variétés à cycle long sont beaucoup plus touchées.

Qualité physique et sanitaire des graines

Le pilotage de l'irrigation rend possible l'optimisation des rendements en gousses, graines et fanes et les données de l'année 1 avaient montré un impact significatif sur les différents paramètres de qualité physique et sanitaire. Cependant, le tri sélectif des graines requiert la définition de paramètres précis à intégrer dans les grilles d'évaluation. Les critères définis en année 1 laissaient une part trop importante de subjectivité affectant fortement la répétitivité des analyses. En année 2, une grille d'analyse plus détaillée a été élaborée afin de répondre à ce besoin de répétitivité (Annexe 1). Le résultat de cette nouvelle grille est une analyse beaucoup plus précise des échantillons qui se répercute par une diminution du rendement HPS. Certains paramètres ont été subdivisés afin de mieux répondre aux possibles utilisations du produit. Ainsi, la notion de « graines ridées » a été divisée en « graines racornies » destinées à l'industrie d'huilerie et « graines ridées » pour l'industrie de pâte d'arachide ou les semences. Le critère « graines abîmées » a été ajouté afin de caractériser les graines endommagées mécaniquement lors du décorticage. Enfin, les critères « graines décolorées » et « graines dépelliculées » ont été affinés afin d'en limiter la subjectivité.

* Fleur 11

Les paramètres de qualité physique et sanitaire des gousses de la variété Fleur 11 ne sont pas significativement affectés par les régimes hydriques appliqués (Tableau 11). Le taux de gousses moisies (3%) est similaire aux données obtenues en année 1 sur les régimes peu limitant et se traduit par près de 6% de graines moisies. Ces moisissures sont principalement causées par *A. niger*. Le nombre moyen de gousses intactes par livre est de 285, rendant impossible toute exportation en gousse pour lesquelles le seuil maximum étant de 225 gousses/livre. De plus, le pourcentage de gousses tâchées est très élevé réduisant fortement le rendement en gousses intactes.

Globalement, le taux de défauts mineurs (graines ridées, germées, dépelliculées et décolorées) et inversement corrélé à l'alimentation hydrique, les régimes peu limitant autorisant un meilleur remplissage des gousses. Le pourcentage de défauts majeurs (graines moisies et attaquées) n'est pas significativement affecté par le régime hydrique.

Le rendement de décorticage ($\pm 70\%$) n'est pas affecté par les traitements hydriques. Seul le pourcentage de graines HPS est corrélé positivement aux doses d'irrigation ($R > 60\%$), atteignant 63% en régime ETM. Le grade des graines HPS (Figure 8) passe de 25% de grade 30-40 graines/onc en régime F4 à 50% en régime ETM, traduisant une augmentation significative du calibre des graines HPS. En régime limitant, le grade 40-50 représente plus de 70% de la production.

* GH 119-20

Les critères de qualité des gousses de la variété GH 119-20 ne sont pas significativement affectés par le régime hydrique (Tableau 12). Le pourcentage de gousses défectueuses est supérieur à celui de Fleur 11, avec un taux de gousses immatures très élevé (50-60%) qui se répercute directement sur le pourcentage de graines ridées. Ceci s'explique par la forte contamination des gousses par *A. niger*. Au fur et à mesure de la maturation, les gousses matures (stades BC-BF, Figure 7) étaient attaquées par *A. niger* et pourrissaient dans le sol. Sur les 30 premiers sites fructifères, 25 à 30% des gousses ont été dégradés réduisant ainsi le rendement en gousses et en graines mais aussi la distribution des stades de maturité, les stades immatures devenant majoritaires.

Comme pour la variété Fleur 11, le pourcentage de gousses aptes à l'exportation est très faible. Cependant, les gousses intactes de GH 119-20 sont d'un grade suffisant (175 gousses/livre) pour être exportées en « Jumbo » et « Fancy » (176 gousses/lb et 225 gousses/lb respectivement).

Les rendements de décortilage ($\pm 60\%$) ne sont pas affectés par les traitements hydriques et sont similaires à ceux obtenus en année 1 du programme. Contrairement à Fleur 11, l'impact du régime hydrique est significatif sur plusieurs paramètres de la qualité des graines (Tableau 12) mais n'affecte pas le pourcentage de graines HPS. Ainsi le taux de graines moisies augmente avec l'accroissement de l'alimentation hydrique alors que les graines attaquées diminuent. Le grade des graines HPS (Figure 9) est moins homogène que pour la variété Fleur 11 et l'augmentation du régime hydrique se traduit principalement par une diminution de 75% du grade 70-80 graines/oz entre F4 et ETM.

2.3.1.4. Conclusions et perspectives

Les travaux de développement et de calibrage du modèle de simulation des besoins en eau de la plante couplés à l'étude de l'impact du régime hydrique sur les paramètres de rendement et de qualité permettent désormais de produire pour une variété, un sol et un climat donnés un planning d'irrigation optimisant le rendement en graines HPS. Il convient désormais d'établir une typologie des climats et des sols des zones de production d'arachide en irrigué afin de produire pour chaque variété cultivée des programmes standards d'irrigation qu'il conviendra d'adapter en fonction des modes d'application.

Parallèlement, il conviendra de poursuivre ces essais afin de déterminer le régime hydrique optimum pour chaque variété d'arachide de bouche et d'offrir aux transformateurs une gamme variétale pouvant répondre aux demandes des divers marchés en terme de grade, de forme ou d'utilisation ultérieure.

Enfin, le point d'inflexion de la courbe alimentation hydrique – rendement en graine HPS reste toujours à déterminer afin de résoudre le problème de sur-développement végétatif en irrigation à la raie.

2.3.2. GESTION DU RISQUE AFLATOXINE

2.3.2.1. Introduction

Comme de nombreux produits alimentaires, l'arachide présente des risques de contamination par les aflatoxines dont la consommation entraîne des risques graves pour la santé humaine. Les aflatoxines sont des métabolites secondaires sécrétées par des champignons saprophytes du genre *Aspergillus flavus* et *parasiticus* dont on trouve les spores en abondance dans l'air et le sol des zones de production arachidière. La colonisation des gousses et des graines par *A. flavus* s'effectue en cours de culture ainsi que durant le stockage des produits.

La gestion du risque aflatoxines reste un des principaux challenges à relever pour la production d'arachides de bouche de qualité. L'objectif de cette étude est la mise au point d'un outil d'évaluation des risques de contamination de l'arachide par les aflatoxines en fonction des conditions de culture. Un tour d'horizon bibliographique permet d'identifier trois facteurs importants : la sensibilité variétale, l'état hydrique des gousses en relation avec leur stade de développement et la température de la géocarposphère. Les risques de contamination sont liés à l'existence de 'fenêtres de contamination', favorables au développement du champignon et à la synthèse de mycotoxines. Les traitements hydriques imposés dans les essais menés en années 1 et 2, permettent d'explorer une gamme importante de conditions de fonctionnement hydrique des peuplements et donc de 'fenêtres de contaminations'.

L'objectif est d'étudier l'évolution de la température de la géocarposphère en relation avec les conditions climatiques, l'état de développement de la culture et l'irrigation, et ce, afin de relier ces paramètres de contamination entre eux pour déterminer des 'fenêtres de contamination'.

2.3.2.2. Matériel et méthodes

Mise en oeuvre. Le dispositif expérimental est le même que celui de l'essai de Savoigne (2.2.1).

Suivi de la température de la géocarposphère. A partir de l'apparition de la première gousse, mesure de la température de la géocarposphère (horizon 2-7 cm) toutes les heures à partir du début de fructification (enregistreurs Hobo®).

Analyses. Analyse aflatoxines par CCM réalisées à l'ITA sur des échantillons de graines tout-venant des variétés GH 119-20, H 75-0 et 55-537.

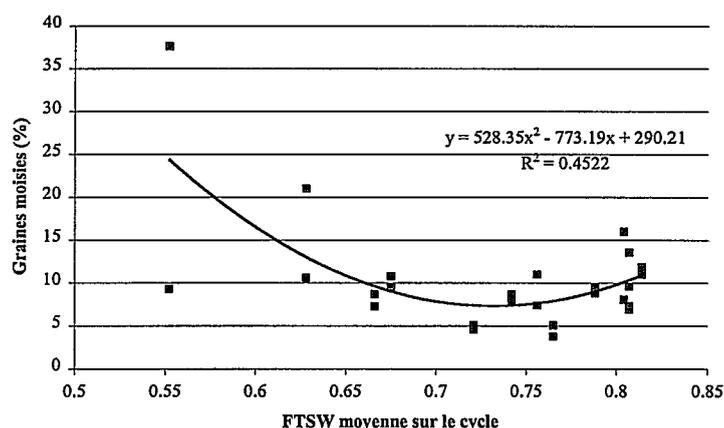
2.3.2.3. Résultats et discussion

Le développement d'*A. flavus* et la production d'aflatoxines sont dépendants, pour chaque variété, de l'état hydrique des graines, qui régit la capacité du champignon à pénétrer et se développer dans la gousse, et de la température de la géocarposphère. Des études récentes (S. Nahdi, 1996) montrent que la contamination des gousses intactes a lieu principalement pendant les phases de stress hydrique durant les 40 derniers jours du cycle de développement (Wilson & Stansell, 1983). Ainsi, la température élevée de la géocarposphère (25–30°C) couplée à une faible humidité favorisent l'invasion par *A. flavus* et la contamination des gousses par les aflatoxines. Cette contamination des gousses découle de la diminution de la production de phytoalexines corrélée à la baisse de l' a_w des graines induite par le stress hydrique et l'augmentation de la température du sol (Dorner et al, 1989).

Les résultats des 2 années d'étude de l'impact du régime hydrique sur la contamination des graines par *A. flavus* met en évidence une forte corrélation ($R^2=0.45$, $n=31$) entre le taux de graines moisies et la FTSW moyenne sur l'ensemble du cycle de développement (Figure 16). Le taux de contamination, très élevé en régime fortement stressé, diminue progressivement pour atteindre un minimum entre 0.70 et 0.75 de FTSW puis augmente à nouveau. Malgré cela, le taux de graines moisies reste supérieur 3% ce qui est incompatible avec une utilisation directe des graines sans nettoyage de la récolte (cf. 2.2).

Le suivi de la température de la géocarposphère pendant le cycle de développement des gousses de GH 119-20 montre des différences pouvant atteindre 4°C entre traitement hydrique (Figure 17). Sur les 40 derniers jours du cycle de développement, la température moyenne du sol est de 29.7°C en régime hydrique F4, 28.9°C en G5 et 28.1°C en ETM (Figure 18). Si l'on considère que chaque heure pendant laquelle la température se situe entre 25°C et 30°C est une heure contaminante, car favorable à la contamination par *A. flavus*, alors l'application d'un stress hydrique permet de limiter le développement du champignon car la température du sol est trop élevée ce qui se traduit en terme de somme des heures contaminantes par un total de 579h en régime F4, 659h en G5 et 770h en ETM. Comparativement, en régime ETM, les heures contaminantes sont 30% supérieures à celles du régime F4. Ceci explique en partie l'augmentation du nombre de graines moisies observée figure 16 avec les régimes hydriques peu déficitaires.

Figure 16. Evolution du taux de graines moisies en fonction de la FTSW (variété GH 119-20)



Cependant, cette augmentation du stress hydrique en régime F4 se traduit par une diminution de l'humidité des graines et donc de leur a_w ce qui augmente les risques de contamination par *A. flavus*. Nous sommes donc en présence de deux phénomènes antagonistes dont il convient de déterminer l'optimum afin de minimiser les risques. Cet optimum correspond à une FTSW moyenne sur le cycle de développement de 0.75 soit un stress hydrique léger correspondant au traitement G4-G5.

Ceci se confirme au niveau des résultats d'analyse aflatoxines réalisées pour les 2 variétés à cycle long (GH 119-20 et H 75-0). Le taux de contamination est ainsi plus faible en régime G5 (Tableau 13) mais reste pour GH 119-20 bien supérieur aux limites fixées par les normes européennes. En revanche, pour H 75-0, le taux de contamination est généralement beaucoup plus faible, faisant ressortir une résistance variétale plus importante. Ainsi, en régime G5 la contamination des graines tout-venant est inférieure à la norme européenne. Pour la variété à cycle court, 55-437, l'ensemble des analyses a été négatif, ne révélant aucun résidu d'aflatoxines. Cette variété est reconnue pour sa faible susceptibilité à *A. flavus* ce que confirme ces analyses.

Tableau 13. Contamination par les aflatoxines des variétés GH 119-20 et H 75-0 en fonction des régimes hydriques (n=2 analyses par variété et par régime hydrique en contre-saison).

Aflatoxines (ppb)	B1	B2	G1	G2	TOTAL
GH 119-20					
- F4	260	45	-	-	305
- G4	239	115	-	-	354
- G5	67	30	-	-	97
- ETM	208	50	-	-	258
H 75-0					
- F4	26	-	-	-	26
- G4	39	10	-	-	49
- G5	-	-	-	-	-
- ETM	83	30	-	-	113

Enfin, l'absence d'aflatoxines G1 et G2 pourrait indiquer une absence d'*A. parasiticus* dans ces sols où la culture de l'arachide est récente.

2.3.2.4. Conclusions et perspectives

Globalement, l'accroissement de l'alimentation hydrique est corrélé au rendement en graines HPS et moisies et permet de réduire le risque de contamination par *A. flavus* jusqu'à un certain niveau à partir duquel son développement est favorisé. L'optimum en terme de FTSW se situe pour les variétés testées à ± 0.75 . Le taux de contamination est cependant fortement lié à la variété, et seule une combinaison FTSW optimum – variété devrait permettre de limiter le risque aflatoxines. A l'heure actuelle, la combinaison H 75-0 – FTSW = 0.75 semble être la meilleure solution pour la production d'arachide de bouche de qualité dans les conditions de production en contre-saison irriguée. Il reste désormais à déterminer pour chaque variété la FTSW optimum afin de limiter le risque aflatoxines et de développer un outil qui, à partir des données variétales et bioclimatiques, permettrait de déterminer le risque de contamination.

2.3.3. PRODUCTION PAYSANNE ET QUALITE

2.3.3.1. Introduction

L'année 1 d'expérimentation dans la vallée du fleuve Sénégal avait permis d'établir que le régime hydrique G4 donnait les meilleurs rendements en graines HPS pour les variétés GH 119-20 et Fleur 11. Ces données provenant d'essai en irrigation par goutte à goutte, il était important en année 2 d'initier le transfert de nos résultats en conditions paysannes avec 1ha en irrigation par aspersion et 1ha en irrigation gravitaire en contre-saison ainsi qu'en hivernage. L'objectif est de tester la transférabilité de notre approche de gestion de l'irrigation et de permettre en 2002 de mettre en place des surfaces plus importantes en ayant 2 campagnes d'essai avec divers modes d'irrigation couramment utilisés dans la vallée du fleuve.

2.3.3.2. Matériel et méthodes

L'essai porte sur une surface de 2 hectares répartie entre 2 agriculteurs :

- Aspersion (1ha) à Ndiala khar en contre-saison et en hivernage
- Gravitaire (1ha) au lac de Guiers en contre saison et (1ha) à Ndialam en hivernage

L'essai d'irrigation en goutte-à-goutte servira de témoin.

Afin d'optimiser le rendement ainsi que la qualité de la production, l'itinéraire technique suivant a été mis en oeuvre :

Tableau 14. Itinéraire technique des essais de production irriguée en milieu paysan

CALENDRIER	OPERATION
Avant semis	Préparation des semences : utilisation de semences de Fleur 11. Poudrage des semences avant livraison à l'agriculteur (200g de Granox/100kg de graines). Préparation du sol : nettoyage et grattage. Façonnage de buttes (50cm) en culture gravitaire.
1 ^{er} Avril (contre-saison) 1 ^{er} Septembre (hivernage)	Semis : Lignes de 50cm x 15cm à plat en aspersion. 2 lignes par butte x 15cm en gravitaire.
20 JAS	Fertilisation : 150kg/ha de 9-23-30
30 JAS	Fertilisation : 60kg/ha d'urée.
40 JAS	Amendement calcique : 400kg/ha de phosphogypse.
Fonction des observations	Traitements insecticides
Fonction suivi de maturité	Récolte, égoussage en vert et séchage sur bâche quand %BC+BF>70%.

Irrigation par aspersion. Après calibrage, il apparaît que le débit des asperseurs est de 8mm/h. Afin d'homogénéiser les apports, les asperseurs généralement placés 12x12m seront décalés de 6m sur la ligne une aspersion sur deux. Les apports d'irrigation ont été calculés à partir du modèle de simulation de la FTSW afin de caler à une trajectoire hydrique de type G4-G5.

Irrigation en gravitaire. En contre-saison, la parcelle a été divisée en sous-blocs de 5 billons, chacun alimenté par un tuyau PVC de 5cm de diamètre et ayant un débit de 5 l/s. En hivernage, l'alimentation de chaque raie se fait à partir d'un tuyau PVC de 7cm de diamètre percé tous les mètres d'un trou de

0.75cm de diamètre et ayant un débit de 0.13l/s. Les apports d'irrigation ont été calculés à partir du modèle de simulation de la FTSW afin de caler à une trajectoire hydrique de type G4-G5.

Suivi climatique. Chaque parcelle est équipée d'une sonde HOBO® enregistrant toutes les heures la température extérieure ainsi que l'humidité relative de l'air.

Suivi de croissance de maturité et de l'état sanitaire. Prélèvement hebdomadaire de 5 plants par parcelle et mesure de plusieurs paramètres de croissance et de l'état sanitaire (longueur de la tige principale et architecture) depuis 30JAS jusqu'à la récolte. A la récolte, analyse du rendement sur 1000m² et prélèvement de 5 échantillons de 2kg afin de déterminer la qualité physique et sanitaire de la production.

Suivi économique. Enregistrement de toutes les informations financières concernant la conduite de la culture. Analyse économique comparative de la rentabilité entre parcelles optimisées et traditionnelles.

2.3.3.3. Résultats et discussion

Ce premier essai de transfert des résultats de l'année 1 en milieu paysan s'est heurté en contre-saison à certaines difficultés majeures. Tout d'abord, en irrigation gravitaire, le contrôle des doses d'irrigation a été entravé par la difficulté à gérer le système d'amenée d'eau dont le canal principal se rompait régulièrement inondant une partie de la parcelle. De plus, le semis ayant été réalisé sur la bordure de la butte, les plants se sont développés dans la raie rendant difficile le passage de l'eau (Photo 2). En irrigation par aspersion, le rendement a été fortement affecté par la faible densité due à un problème de semis mécanique (Photo 2). Les grosses graines produites en culture irriguée ne sont pas adaptées aux disques de semis existants (24 et 30 crans) et se coincent régulièrement dans les crans.

Les problèmes rencontrés en contre-saison lors de l'essai en gravitaire ont été résolus en hivernage. Tout d'abord par une meilleure préparation des buttes dont la surface a été aplaniée à 10cm de hauteur, puis, par un semis à 15-20cm de la bordure, et surtout par la mise en place d'un nouveau système d'alimentation en eau au travers d'un tube en PVC de 7cm de diamètre percé (0.75cm) tous les mètres au niveau de la raie et permettant ainsi une alimentation régulière (130ml/s/raie) facilitant le contrôle des doses ainsi que la conduite de l'irrigation.

En irrigation par aspersion, le disque de 24 crans a été remplacé par un disque de 30 crans mais cela n'a pas permis de résoudre le problème de densité et l'utilisation des semoirs avec les graines produites en culture irriguée reste entier. Nous attendons sur ce point précis les recommandations de l'ISRA qui travaille sur les aspects de mécanisation et plus particulièrement sur le semoir super éco.

* Contre-saison chaude 2001

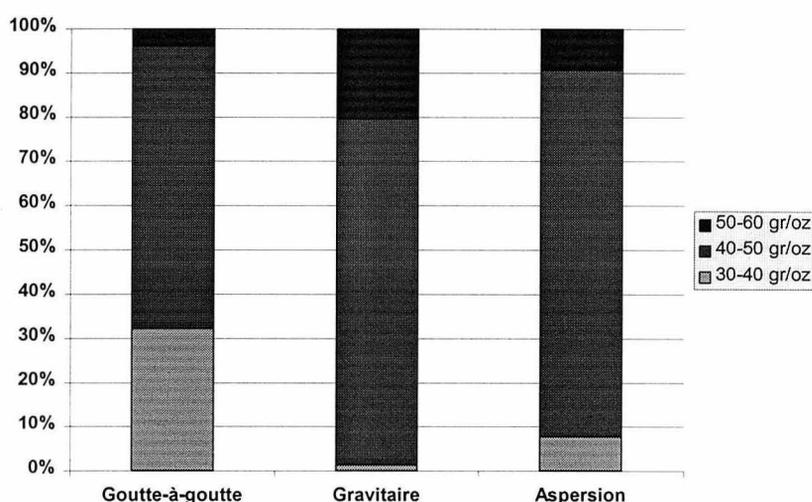
L'étude des paramètres de croissance des plants (longueur de tige principale et LAI) en fonction du mode d'irrigation met en évidence une similarité des dynamiques de développement végétatif entre l'irrigation au goutte-à-goutte et l'aspersion comparativement aux plants conduits en irrigation à la raie et dont la croissance est excessive (Figure 19 et 20). Dans les conditions de l'essai, la calibration des systèmes d'irrigation en goutte-à-goutte et en aspersion, et l'application du même régime hydrique G4 explique cette similarité dans le développement, ce que n'a permis le gravitaire du fait d'une gestion difficile des apports en eau causant une suralimentation qui se traduit par un développement végétatif important (près de 6 tonnes de fanes/ha) et la mise en place de gousses en surnombre comparativement à la capacité de remplissage de la plante (poids de 100 graines plus faible - Tableau 15).

Les rendements en gousses et graines sont significativement supérieurs en irrigation au goutte-à-goutte (Tableau 15) avec, par rapport au gravitaire, un gain de 100%. Le gain de 50% par rapport à l'aspersion est principalement dû à la densité qui est deux fois plus élevée en goutte-à-goutte.

La qualité technologique des gousses et des graines est significativement différente selon le mode d'irrigation (Tableau 16), mais elle n'est pas forcément à attribuer à ce dernier. Ainsi, le taux de gousses et de graines moisies est très supérieur en irrigation au goutte-à-goutte du fait de la forte contamination du sol par *Aspergillus niger*. Le taux élevé d'immatures en gravitaire reflète la suralimentation en eau (tout comme les bouts noirs) alors qu'en aspersion cela est due à une récolte hâtive pour une vente des gousses en « vert » (Figure 22).

Les grades des graines HPS (Figure 21) varient entre 30 et 60 graines/oz avec en gravitaire 80% de 40-50 graines/oz contre 30% de 30-40 graines/oz et 60% de 40-50 graines/oz en goutte-à-goutte. La production en goutte-à-goutte est donc moins homogène mais permet de produire des graines de calibre supérieur reflétant le meilleur remplissage des gousses. Les grades en aspersion sont intermédiaires, une conduite de la culture à terme aurait dû aboutir à des grades similaires à ceux du goutte-à-goutte.

Figure 21. Grades des graines HPS (Fleur 11)



Comparativement à la production d'arachide en pluvial pour laquelle le coût de production s'élève à moins de 150.000 F.CFA / ha, en culture irriguée la main d'œuvre et les intrants représentent un coût variant de 500.000F.CFA/ha à près de 900.000F.CFA/ha (Tableau 17). Dans ces conditions, la production d'arachides destinées entièrement à l'industrie de bouche ou semencière ne permet de dégager que peu, voire pas, de marge bénéficiaire (Tableau 18). Inversement, la production pour la vente en vert permet d'atteindre des marges allant de 400.000F.CFA/ha à plus de 900.000F.CFA/ha ce qui est 4 à 9 fois supérieur au 100.000F.CFA/ha de marge dégagée par les agriculteurs du Siné-Saloum. Ce marché de l'arachide en vert permet aux producteurs de vendre leurs arachides de 300 à 550F.CFA/kg de gousses non séchées (en contre-saison) soit un équivalent gousse sèche de 400-700 F.CFA/kg. Ce marché de contre-saison est déficitaire, non concurrencé et offre des débouchés importants aussi bien au Sénégal qu'à l'exportation (Mauritanie principalement). A l'heure actuelle, nous ne connaissons pas encore son niveau de saturation qu'il serait important de déterminer afin de connaître sa correspondance en terme de surface cultivée en arachide. Il est évident qu'une augmentation importante des surfaces emblavées conduira à une inversion de cette situation et à une chute du prix de vente qui pourrait être fatale à la production en irriguée. Afin d'éviter cette situation, une des solutions serait de limiter les quantités d'arachides en vert à 50% de la production et de commercialiser le reste sous forme d'arachides de bouche ou de semences. Cela réduit de plus de 50% la marge bénéficiaire mais permettrait de pérenniser la production. De plus, les producteurs du Fleuve concernés par la production d'arachides sont principalement des producteurs de tomates en contre-saison froide pour lesquels l'arachide s'inscrit dans un système de rotation et permet entre mars et

octobre d'utiliser des terrains généralement en jachère. Ils répartissent ainsi leurs charges fixes sur deux voire trois campagnes au lieu d'une.

*** Hivernage 2001**

Le cycle de développement a été bouclé en 1600 degrés jour contre 1500 en contre-saison, cependant cela correspond à 90 jours contre 110 jours en contre-saison. Le cycle de développement a été conduit avec 200mm de précipitations et 300mm d'irrigation d'appoint. Contrairement aux essais conduits en contre-saison, les paramètres de croissance (LAI et longueur de tige – Figure 23) en hivernage ne sont pas significativement différents en fonction du mode d'irrigation. La modification du système gravitaire a donc permis de contrôler les apports et ainsi de suivre avec plus de précision le régime hydrique préconisé (G5-ETM). Ceci s'est traduit par une croissance végétative limitée avec un rendement en fanes inférieur à 4t/ha contre plus de 6t/ha en contre-saison au gravitaire.

Figure 23. Evolution de la LAI de la variété Fleur 11 en hivernage avec irrigation d'appoint

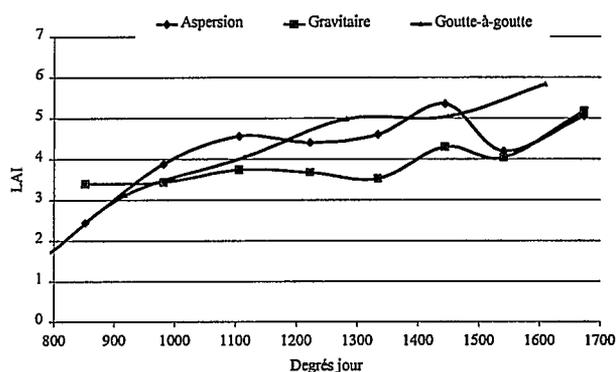
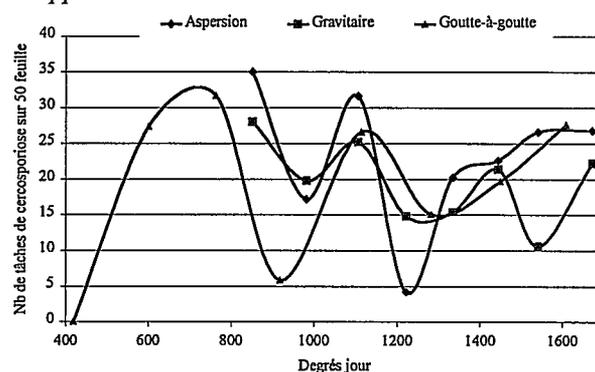


Figure 24. Evolution du nombre de fleurs par pied de la variété Fleur 11 en hivernage avec irrigation d'appoint



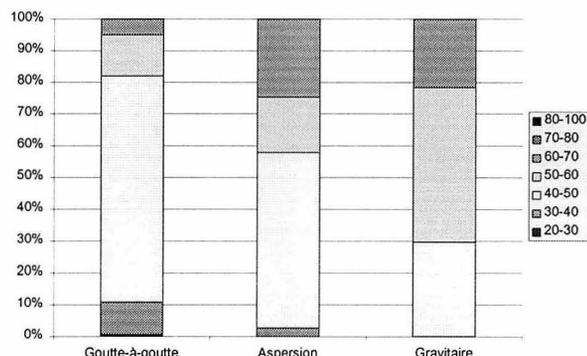
L'utilisation du disque à 30 crans a permis d'augmenter la densité de semis (Tableau 19) qui reste cependant inférieur la densité théorique de 130000 pieds/ha que seul le semis manuel permet d'atteindre pour le moment. La restriction du développement végétatif s'est traduite par une réduction du développement reproducteur avec un nombre de gousses par pied compris entre 15 et 35 contre 20 et 75 en contre-saison avec cependant un nombre de graines par gousses et un poids de 100 graines comparable. Le nombre de gousses par pied et la densité sont les deux paramètres explicatifs du rendement en gousses et en graines. Le premier dépend du semis (mode, traitement et qualité des semences) et le second de l'alimentation hydrique et des paramètres climatiques (température et humidité). Ainsi, le suivi de la floraison laisse apparaître 3 phases successives d'amplitude dégressive (Figure 24) qui peuvent s'expliquer par l'absence de stress hydrique de préfloraison du fait des précipitations.

Globalement, la conduite de l'irrigation au goutte-à-goutte permet d'atteindre des rendements supérieurs bien que la culture en gravitaire « amélioré » donne des niveaux de rendement intéressant si l'on considère le faible niveau d'investissement nécessaire.

Au niveau qualitatif (Tableau 20), il n'existe pas de réel différence entre les différents traitements avec par rapport à la contre-saison un pourcentage de gousses intactes significativement plus élevé ainsi qu'un taux de gousses moisies plus faible. Ceci pourrait être principalement dû à la réduction de temps de séjour des gousses dans le sol du fait du raccourcissement du cycle de développement. Malgré une récolte légèrement précoce en gravitaire (Figure 26) le taux de graines ridées n'est pas significativement différent du fait de la mise en place d'un nombre réduit de gousses qui ont pu être remplies correctement.

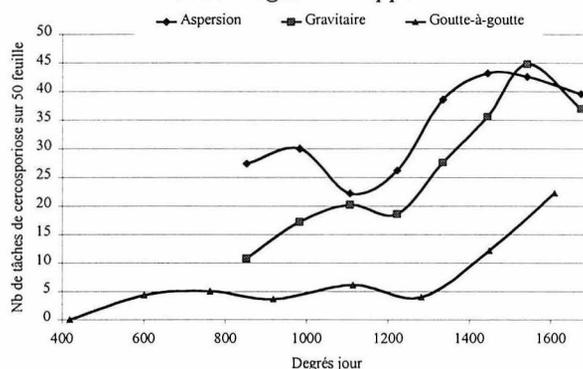
Le grade des graines HPS est significativement affecté par le mode d'irrigation avec 70% de 40-50 graines/oz en goutte-à-goutte contre 55% en aspersion et 30% en gravitaire (Figure 27). Ces grades sont inférieurs à ceux observés en contre-saison. Le grade 30-40 est ainsi quasiment absent.

Figure 27. Comparaison du grade (Nb graine/oz) de la variété Fleur 11 en hivernage avec irrigation d'appoint



Au niveau sanitaire, le goutte-à-goutte permet de réduire les projections de sol au niveau des feuilles ce qui s'est traduit par une diminution de près de 50% du nombre de feuilles tachées par la cercosporiose (Figure 25). Quel que soit le mode d'irrigation, les attaques des maladies foliaires sont restées très inférieures aux niveaux observés dans le bassin arachidier certainement du fait d'une présence moins importante d'inoculum dans le sol du fait de l'implantation récente de la culture dans cette zone.

Figure 25. Evolution du nombre de taches de cercosporiose sur 50 feuilles de la variété Fleur 11 en hivernage avec irrigation d'appoint



2.3.3.4. Conclusions et perspectives

Le transfert des résultats de l'année 1 en matière de gestion de l'irrigation en vue de l'optimisation du rendement et de la qualité des arachides a révélé un certain nombre de limites principalement associées à la maîtrise des apports en eau ainsi qu'à la mise en place des parcelles (préparation du sol et semis).

En goutte-à-goutte, l'outil de simulation des besoins hydriques permet d'atteindre des rendements en gousses de 3.5-4t/ha avec plus de 1t/ha de graines HPS. Nous disposons à présent d'un outil fiable dont il convient de tester la robustesse à une échelle plus importante en contre-saison 2002. Cette méthode offre de plus les revenus les plus importants avec cependant la nécessité de vendre un part importante de la production vert.

La culture de l'arachide sous asperion ou en gravitaire permet d'atteindre des rendements inférieurs de 50% à ceux du goutte-à-goutte, pénalisant la rentabilité d'une telle production. Néanmoins, l'optimisation des pratiques culturales devrait permettre de réduire cet écart. Pour cela, des essais complémentaires concernant le semis, la préparation du sol ainsi que la conduite du gravitaire devront être menés en contre-saison 2002.



2.3.4 VALIDATION DU MODELE DE BILAN HYDRIQUE EN CONTRE-SAISON CHAUDE ET EN HIVERNAGE

2.3.4.1. Introduction

Les variétés GH 119-20 (parfois mélangée à 73-33) et 55-437 sont traditionnellement les 2 variétés d'arachides de bouche destinées à l'exportation. L'évolution de la demande des marchés et la disponibilité de nouvelles variétés de bouche adaptées aux conditions du Sénégal requièrent une étude sur leur potentiel agronomique en conditions de production irriguée ainsi que l'évaluation de leur potentiel commercial au niveau local, régional et international. Dans ce cadre, 11 puis 14 variétés ont été mises en place en contre-saison et en hivernage, respectivement. Ces nouvelles variétés ont pour la plupart été fournies par le GGP et proviennent des sélections de l'ICRISAT (ICGV).

2.3.4.2. Matériel et méthodes

* Contre-saison chaude 2001

Mise en oeuvre. Le site d'expérimentation se situe à Savoigne (16,13 ° N ; 16, 28 ° O) à 40 km à l'est de Saint-Louis, sur sol sableux (Diéri). Le mode d'irrigation retenu est le goutte à goutte. Plusieurs régimes hydriques sont appliqués de manière indépendante sur onze variétés considérées séparément :

- Cycles courts : 55-437, Fleur 11 et 78-936
- Cycles longs : GH 119-20, H 75-0, 57-422, ICGV 97041, ICGV 97047, ICGV 97049, ICGV 97052, ICGV 97065

Traitements hydriques. Idem essai « Pilotage de l'irrigation ».

Installations de terrain. Dispositif d'irrigation de 64 lignes de 150 m dont 36 m utiles et 4 lignes par parcelle. Placette d'essai de 10m de long et 4 rangs.. Distance entre les lignes de 50 et 60 cm respectivement pour les cycles courts et longs. Distance entre plants sur la ligne de 15 cm. Semis manuel à 2 graines par poquet (graines séparées de plus de 3 cm, traitées au Granox®), après une irrigation de 30 mm, puis démariage à levée complète.

Mesures climatiques et suivi de l'état hydrique du sol Idem essai « Pilotage de l'irrigation ».

Analyses de récolte. Idem essai « Pilotage de l'irrigation ».

* Hivernage 2001

Mise en oeuvre. Le site d'expérimentation se situe à Bango à 10 km à l'est de Saint-Louis, sur sol sableux (Diéri). Le mode d'irrigation retenu est le goutte à goutte. L'ensemble des essais a été conduit en régime hydrique G5 avec les variétés suivantes :

- Cycles courts : Fleur 11 et 78-936
- Cycles longs : GH 119-20, H 75-0, 73-27, ICGV 88434, ICGV 97041, ICGV 97047, ICGV 97049, ICGV 97052, ICGV 97058, ICGV 97059, ICGV 97060, ICGV 97061, et ICGV 97065

Installations de terrain. Dispositif d'irrigation de 37-55 lignes de 80-90 m sur 9 parcelles (3.3ha). Gains Netafim® espacées de 75cm et goutteurs tous les 30cm. Semis manuel en double ligne le long des gains tous les 15cm après traitement au Granox® et irrigation de 30mm. Cinq placettes de rendement par variété et par parcelle (2 double rangs x 10m = 15m²).

Mesures climatiques et suivi de l'état hydrique du sol. Idem essai « Pilotage de l'irrigation ».

Analyses de récolte. Idem essai « Pilotage de l'irrigation ».

2.3.4.3. Résultats et discussion

* Contre-saison chaude 2001

La simulation des besoins en eau de la plante (FTSW) à partir du programme développé en année 1 a permis de mener à bien l'irrigation de chacune des variétés en adaptant les paramètres de croissance pour chacune d'entre elles. Le suivi des paramètres bioclimatiques en conditions d'hivernage permettra de confirmer ou non la flexibilité du modèle et sa robustesse quelles que soient les conditions et les variétés testées.

Comme pour les 2 variétés modèles (Fleur 11 et GH 119-20), l'impact du régime hydrique est significatif pour l'ensemble des nouvelles variétés testées. Globalement, le rendement et la grosseur des graines HPS sont positivement corrélés à la quantité d'eau apportée pendant le cycle d'irrigation (Annexes 2-10). Ceci renforce les conclusions précédentes concernant les variétés Fleur 11 et GH 119-20. Le tableau 21 résume, pour chaque variété, l'optimum de rendement atteint et le régime hydrique correspondant.

Parmi les cycles courts, les variétés 78-936 et 55-437 donnent des rendements supérieurs à Fleur 11 aussi bien en gousses, en graines qu'en fanes. Le pourcentage de graines HPS est de 60% pour Fleur 11, 70% pour 78-936 et 80% pour 55-437. Ceci est dû au taux de graines moisies qui est similaire pour 55-437 et Fleur 11 ($\pm 6\%$) et supérieur pour 78-936 ($\pm 14\%$), ainsi qu'au taux de graines ridées qui varie de 14% pour 55-437 et 78-936 à 30% pour Fleur 11. Parallèlement, les taux d'aflatoxines en régime hydrique optimum sont les suivants (sur graines tout-venant) :

- Fleur 11 : 12.6 ppb
- 55-437 : < 0.1 ppb
- 78-936 : 21.3 ppb

La variété 55-437 reste la plus productive des variétés de cycle court testées (Tableau 21) mais le grade élevé des graines HPS (50-100 graines/oz – Figure 28) ne la place pas en concurrence avec la Fleur 11 et 78-936 qui produisent majoritairement du grade 30-50. Une fois de plus il convient de positionner ces productions dans leur contexte commercial. Ainsi, la 55-437 permet en production irriguée d'atteindre des rendements très élevés tout en limitant le risque aflatoxines. Cette variété pourrait être intéressante aussi bien pour la production de gousses en vert, de graines exports que pour la fabrication de pâte d'arachide destinée au marché local, régional ou export. La variété 78-936 pourrait être une alternative plus productive à la Fleur 11 mais son potentiel reste à confirmer. Cette variété présente l'avantage d'être près de 15 jours plus précoce ce qui limite donc la durée de l'irrigation et les charges financières correspondantes.

Tableau 21. Rendements optimums en contre-saison

Kg/ha	Gousses vertes	Gousses séchées	Graines	Graines HPS	Fanes
Cycle court					
Fleur 11 (ETM)	5772 \pm 707	3104 \pm 370	2196 \pm 223	1384 \pm 223	4688 \pm 275
55-437 (ETM)	7053 \pm 1246	3944 \pm 1257	2897 \pm 885	2313 \pm 766	2056 \pm 314
78-936 (F4)	-	5067 \pm 389	3585 \pm 182	2440 \pm 201	2926 \pm 535
Cycle long					
GH 119-20 (ETM)	8098 \pm 609	4479 \pm 379	2600 \pm 235	1153 \pm 256	6177 \pm 524
H 75-0 (ETM)	8556 \pm 629	4167 \pm 314	2633 \pm 87	1412 \pm 630	6611 \pm 393
57-422 (ETM)	5648 \pm 786	2999 \pm 200	2073 \pm 7	201 \pm 19	3449 \pm 229
ICGV 97041 (G5)	10660 \pm 4861	4482 \pm 2190	2429 \pm 1214	667 \pm 268	5451 \pm 3486
ICGV 97047 (ETM)	10139 \pm 1473	4540 \pm 513	2689 \pm 302	1166 \pm 91	5451 \pm 1424
ICGV 97049 (ETM)	9722 \pm 1375	4523 \pm 1139	2530 \pm 1258	1055 \pm 40	-
ICGV 97052 (G4)	6424 \pm 1129	3384 \pm 518	1946 \pm 588	895 \pm 307	7639 \pm 2357
ICGV 97065 (ETM)	10799 \pm 2210	5833 \pm 1915	3613 \pm 487	1308 \pm 782	5382 \pm 1915

Les variétés à cycle long sont beaucoup plus hétérogènes. Ainsi, malgré des rendements en gousses vertes et sèches très élevés par rapport à GH 119-20 (Tableau 21), les variétés ICGV donnent des taux en graines HPS relativement faibles et ce principalement du fait de leur très forte susceptibilité à *Aspergillus niger* qui a entraîné, un pourrissement des gousses au fur et à mesure de leur maturation affectant jusqu'à 26% des graines. Les rendements en graines HPS sont néanmoins supérieurs à 1t/ha pour les variétés ICGV 97065, 47 et 49, avec des grades très homogènes et généralement de 20-30 graines/oz pour plus de 80% des graines HPS (Figure 32 à 35). Le poids de 100 graines HPS est compris entre 100 et 120g. Leurs taux de graines ridées sont anormalement élevés avec 40-60% selon les variétés et régimes hydriques. Ces pourcentages pourraient s'expliquer par une récolte trop précoce de ces variétés. Afin d'éviter ce problème, un suivi hebdomadaire de la maturation des gousses a été réalisé en hivernage. Le potentiel de ces variétés reste donc à confirmer d'autant plus qu'elles permettraient au Sénégal de se positionner sur le marché des grosses graines et des gousses, plus rémunérateur et moins concurrentiel. Autre avantage, dans le cadre de la vente en vert sur les marchés primeurs, elles assureraient aux producteurs un revenu conséquent.

Comparativement, la GH 119-20 et H 75-0 ont des rendements en gousses plus faibles mais des rendements en graines HPS similaires aux meilleures variétés Icrisat (Tableau 21). H 75-0 présente un taux de graines HPS supérieur de 10% à celui de GH 119-20 et ce principalement du fait d'un plus faible taux de graines ridées. La variété H 75-0 est de plus moins susceptible aux attaques des champignons du sol avec, en régime hydrique optimum, seulement 1.71% de gousses moisies contre 4.45% pour GH 119-20. Ceci se retrouve au niveau des analyses aflatoxines (Tableau 13) pour lesquelles le taux de contamination de H 75-0 est plus de 5 fois inférieur à celui de GH 119-20. Au niveau des grades (Figures 9 et 29), ces deux variétés sont similaires et caractérisées par une hétérogénéité avec un maximum de 60% de grade 40-50 graines/oz.

Enfin, la variété 57-422 a donné des résultats très faibles du fait d'une récolte trop précoce. Ainsi le taux de graines ridées est supérieur à 80%. Ces données ne sont cependant pas représentatives de la variété et une réévaluation pourrait être envisagée.

Globalement, pour les variétés à cycle court, l'ensemble des variétés testées présente un intérêt dans le cadre de la production en irriguée avec une nécessité de confirmer le potentiel de 78-936 comme concurrente de Fleur 11. La 55-437 restant la variété de bouche la moins risquée pour une production importante et de qualité. En cycle long, GH 119-20 confirme le maintien de son bon potentiel ainsi que l'absence de dérive génétique. La H 75-0 pourrait être une alternative à la GH 119-20 du fait de son meilleur rendement en graines HPS mais surtout sa plus faible susceptibilité aux pathogènes du sol. Concernant les variétés Icrisat, ICGV 97047, 97049 et 97065 ont un potentiel intéressant qui reste à confirmer surtout pour ce qui concerne leur susceptibilité aux pathogènes du sol et la résultante sur le taux de contamination en aflatoxines. Dans cette optique, ces variétés ont été réévaluées en hivernage au Fleuve avec irrigation d'appoint afin de confirmer leur potentiel et de procéder aux analyses qualité complémentaires.

* Hivernage 2001

Sur l'ensemble du cycle de développement, les variétés de cycle court ont reçu 600mm contre 800mm pour les variétés de cycle long. Les précipitations ont empêché l'application du stress hydrique de pré-floraison et aucun autre stress (FTSW<0.6) n'a été observé pendant le reste du cycle.

Globalement, les résultats obtenus en production d'hivernage avec appoint d'irrigation sont mitigés. Ainsi, les variétés à cycle court (Fleur 11 et 78-936) ont confirmé leur potentiel intéressant alors que les variétés à cycles longs ont donné des résultats décevants comparativement à ceux obtenus en contre-saison. Ainsi, excepté la variété Fleur 11 et 78-936, aucune autre variété n'a atteint le seuil de 2t/ha de graines tout-venant, et seule fleur 11 dépasse 1t/ha de graines HPS (cf. Tableaux 22 et 23).

Les rendements obtenus avec les variétés de cycle long sont 2 à 6 fois inférieurs à ceux de la contre-saison du fait de problèmes d'irrigation rencontrés pendant le dernier mois de développement (attaque

des gaines d'irrigation par les rongeurs) et d'une densité relativement faible (75000 pieds/ha en moyenne contre une densité de semis de 166000 pieds/ha). De plus, le pic de floraison des variétés à cycle long (Figures 36 et 37) a été décalé de près de un mois par rapport aux observations de contre-saison. Globalement, les variétés GH 119-20, H75-0, ICGV 97041/47/49/52/65 ont dépassé 1.5t/ha de gousses soit un rendement inférieur de 3 fois à ceux obtenus en contre-saison. Les rendements en graines HPS se situent autour de 500kg/ha pour des grades (Figure 38) légèrement supérieurs à ceux obtenus en contre-saison et avec une qualité des gousses et graines supérieures à celle obtenue en contre-saison.

Les variétés GH 119-20, H75-0, 73-27 et ICGV 97052 ont donné des grades identiques avec 40% de 40-50 graines/oz et 50% de graines inférieures à 40 graines/oz. Les variétés ICGV 41/47/49/65 donnent près de 95% de graines de grade inférieur à 40 graines/oz ce qui confirme la faisabilité d'une production de grosses graines à l'export avec ces variétés.

Du point de vue sanitaire, les variétés 78-936, H75-0 et 73-27 ont été relativement peu affectées par les maladies foliaires contrairement à toutes les autres variétés (cf. Figures 39 et 40).

2.3.4.4. Conclusions et perspectives

Le modèle de bilan hydrique développé pour les variétés Fleurs 11 et GH 119-20 s'applique sans difficulté aux autres variétés d'arachide de bouche à condition d'adapter les paramètres de croissance (LAI). Nous disposons désormais d'un éventail variétal dont certaines présentent un intérêt certain en vue de leur développement au Sénégal.

Ainsi, les variétés de cycle court testées ont toutes donné de très bons résultats quelle que soit la saison de culture. Le développement de la Fleur 11 au niveau pilote est désormais nécessaire afin de tester la transférabilité de notre approche de gestion de l'irrigation et son impact sur le rendement et la qualité.

Les variétés de cycle long couvrent une large gamme de grades permettant de répondre à une large demande des marchés aussi bien pour la graine que pour la coque. Ces variétés, évaluées pour la plupart sur 2 campagnes fortement hétérogènes, demandent à être re-testées en 2002 afin de confirmer leur potentiel en terme de rendement et de qualité sur des surfaces plus importantes.

2.3.5. ESSAI ENROBAGE

2.3.5.1. Introduction

Un des paramètres affectant directement le rendement des parcelles de production d'arachide est la densité. Hormis l'efficacité du semoir, le traitement des semences reste un des moyens les plus efficaces afin d'assurer une bonne levée et donc une densité correspondante à celle du semis. Le traitement au Granox® des semences est une pratique traditionnelle au Sénégal avec cependant une certaine variation quant au dosage ou au mode d'application. Afin d'éviter ces variations, une des solutions serait de fournir aux agriculteurs des semences traitées prêtes à l'emploi. L'objectif de cet essai est tout d'abord de comparer deux modes d'enrobage (sec et humide) ainsi que de confirmer l'efficacité de la nouvelle formulation du Granox®.

2.3.5.2. Matériel et méthodes

Deux variétés ont été testées Fleur 11 et GH 119-20.

1. Faculté d'imbibition des graines enrobées

2 traitements (5 répétitions par variété) :

- 20 graines non traitées
- 20 graines traitées par enrobage au Granox TBC (Thiram 15%, Bénomyl 7%, Carbofuran 10%)

Les graines sont disposées sur du papier filtre humidifié (32ml d'eau distillée par boîte) placées dans une boîte de Pétri (20cm) maintenue à 25°C. Les lots de 20 graines sont pesés régulièrement (t=0, 2, 4, 8, 16, 24, 30 et 40 heures) après séchage sur du papier buvard.

2. Pouvoir germinatif des graines enrobées

4 traitements (6 répétitions par variété) :

- 25 graines non traitées
- 25 graines traitées par poudrage (2‰) au Granox TBC
- 25 graines traitées par poudrage (2‰) au Granox CBC (Captafol 10%, Bénomyl 10%, Carbofuran 20%)
- 25 graines traitées par enrobage au Granox TBC

Les graines sont disposées entre deux épaisseurs de papier buvard humidifié (32ml d'eau distillée par boîte) placées dans une boîte de Pétri (20cm) maintenue à 25°C. Une graine est considérée comme germée lorsque la radicule mesure au moins 2mm.

Les observations sont réalisées quotidiennement du 1^{er} au 5^{ème} jour afin de déterminer :

- la faculté germinative : % de graines germées à 72h
- la vitesse de germination ou énergie germinative :
 - 3 x % de graines germées entre 0 et 48 heures
 - + 2 x % de graines germées entre 48 et 72 heures
 - + 1 x % de graines germées entre 72 et 96 heures
 - = Energie germinative (comprise entre 0 et 300)

3. Protection à la levée et phytotoxicité: Essai cultural

4 traitements (2 répétitions par variété) :

- graines non traitées
- graines traitées par poudrage au Granox TBC

- graines traitées par poudrage au Granox Captafol
- graines traitées par enrobage au Granox TBC

* Site d'expérimentation : Exploitation AGRINORD située à Savoigne sur sol sableux (Diéri).

* Irrigation : Goutte à goutte

* Plantation : semis manuel le 15 mars - 16 placettes de 4 rangs de 100 graines (50cm x 15cm)

Mesures :

- Suivi de levée : comptage du nombre de pieds levés (stade 2 feuilles) pour chaque ligne de 100 graines ; quotidiennement du 3^{ème} au 13^{ème} jour puis tous les 3 jours jusqu'au 34^{ème} jour. A 10 JAS, extraction et diagnostic des graines non levées.

2.3.5.3. Résultats et discussion

1. Faculté d'imbibition des graines enrobées

Le seuil de 40% d'imbibition nécessaire à la germination des semences d'arachide est atteint significativement plus rapidement (Figure 41) par les semences enrobées (12h pour Fleur 11 et 16h pour GH 119-20) comparativement aux semences témoins non-traitées (22h pour la Fleur 11 et 42h pour la GH 119-20).

Le film d'enrobage n'entrave donc en rien l'absorption d'eau par la graine et semble même la faciliter. Ces différences se retrouvent au niveau des vitesses d'absorption d'eau (Figure 42) qui sont plus élevées pour les semences enrobées pendant les 12 premières heures. L'imbibition plus rapide des semences enrobées pourrait s'expliquer par la faculté hygroscopique de l'enrobage qui s'hydrate mais cette eau n'est pas forcément disponible pour la graine. Le test de germination permettra d'établir si ce gain de temps à l'imbibition se traduit par une germination plus hâtive ou s'il est simplement le fait des constituants de l'enrobage auquel cas ces derniers pourraient ralentir l'absorption d'eau par la graine.

2. Pouvoir germinatif des graines enrobées

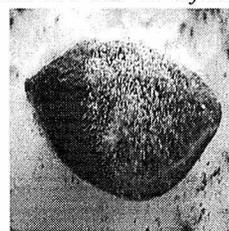
La faculté germinative des semences de Fleur 11 traitées et non-traitées n'est pas significativement différente avec plus de 80% de germination contrairement à l'énergie germinative qui est significativement supérieure pour les graines poudrées (Tableau 24). Comparativement, la faculté et l'énergie germinative des semences de GH 119-20 enrobées n'est pas significativement différente de celles des autres traitements, alors que celles des semences poudrées sont supérieures au témoin non traité (Tableau 25).

Après 96h en boîte de Pétri, les semences traitées par poudrage étaient indemnes de toute attaque fongique alors que les graines non-traitées étaient couvertes de *Rhizopus* et d'*Aspergillus niger* (Photo 3) et les graines enrobées d'*Aspergillus flavus* (Photo 4). Cette contamination par *A. flavus* est anormale du fait de la présence du fongicide et pourrait s'expliquer soit par un effet isolant de la pellicule d'enrobage soit par une erreur dans le dosage du traitement.

Photo 3 : Graine de Fleur 11 infestée par *A. niger*



Photo 4 : Graine de Fleur 11 infestée par *A. flavus*



3. Protection à la levée et phytotoxicité: Essai cultural

Quelle que soit la formulation utilisée, l'application de Granox® est essentielle pour assurer une bonne levée des semences d'arachide. (Photos 5-6). Ceci est d'autant plus critique avec des semences de qualité moyenne comme celles de GH 119-20 utilisées pour cet essai et dont la levée du témoin non-traité est très faible (<10%). Le gain de germination est ainsi de 30-40% selon les variétés et la formule utilisée et ce pour un coût de traitement inférieur à 2000 CFA/ha.

Photo 5 : GH 119-20 non-traitées, enrobées et poudrées au Granox® TBC



Photo 6 : Fleur 11 non-traitées, enrobées et poudrées au Granox® TBC



Les deux formulations de Granox® testées donnent des résultats statistiquement similaires avec 80% de levée sur la Fleur 11 (Tableau 26) et 40% sur la GH 119-20 (Tableau 27). La levée des graines poudrées et enrobées avec du TBC n'est pas significativement différente sur la GH 119-20 alors qu'elle l'est sur la Fleur 11 avec 8% de levée supplémentaire pour les graines poudrées.

2.3.5.4. Conclusions et perspectives

Le traitement des semences est essentiel afin d'assurer une bonne levée des parcelles d'arachide et donc de maintenir une bonne densité au m², paramètre clef dans l'élaboration du rendement. Le remplacement du captafol par le thiram ne semble pas affecter l'efficacité du Granox®. La formule d'enrobage apporte des résultats similaires à ceux d'un poudrage au Granox® captafol mais reste légèrement inférieure au poudrage au Granox® Thiram. L'intérêt recherché étant le développement des semences traitées prêtes à l'emploi, il serait intéressant de creuser la possibilité de produire des semences poudrées prêtes à l'emploi comme ce qui se fait communément aux USA. Cette méthode de poudrage à sec a l'avantage de ne pas pré-inhiber la graine, elle ne dépose pas de film de résine qui peut entraver la germination et enfin son coût de mise en œuvre est bien inférieur pour l'industriel.

2.4. RELANCE DE LA PRODUCTION D'ARB DE QUALITE DANS LE BASSIN ARACHIDIER

Le bassin arachidier est la zone traditionnelle de production d'arachide au Sénégal. Cependant, l'étude des campagnes 1999 et 2000 montre que dans les conditions actuelles, la valorisation de la production pour le marché de bouche est très difficile du fait de la faible qualité des lots destinés à la transformation. Plusieurs facteurs participent à cette dégradation de la qualité : semences de faible qualité et utilisées sans traitement, limitation des intrants et du matériel, et mauvaises pratiques post-récolte. Dans ce contexte, les actions du CIRAD en année 1 ont permis d'identifier les principaux paramètres influençant le rendement en graines HPS et la contamination par *Aspergillus sp.* (régime hydrique, date de semis, lutte phytosanitaire, date de récolte, etc.) ce qui a permis de développer un itinéraire technique optimum mettant en application les résultats de la recherche arachidière et visant l'optimisation durable du rendement et de la qualité. Enfin, un essai a été mis en place afin de poursuivre l'étude concernant l'impact de la cercosporiose sur la qualité des ARB et ainsi développer un outil de gestion intégrée des traitements fongicides tenant compte de la faisabilité technico-économique.

2.4.1. PRODUCTION PAYSANNE ET QUALITE DES ARB

2.4.1.1. Introduction

Ces dernières années ont été le cadre d'une dégradation généralisée des conditions de production des arachides principalement due au désengagement progressif de la filière amont des transformateurs, à la capacité d'investissement réduite des producteurs ainsi qu'à l'absence de politique semencière de qualité. Le suivi de 45 producteurs conduit pendant l'hivernage 2000 a confirmé cette situation et surtout insisté sur certains points critiques tels que la qualité et le traitement des semences, le semis sur la première pluie utile, le respect des dates de binage, la lutte contre la cercosporiose et la détermination de la date optimum de récolte. L'ensemble des ces facteurs contribue à la régression observée sur GH 119-20 en terme de grade et de qualité. En ce basant sur ces observations et sur les acquis de la recherche arachidière au Sénégal, 5ha d'arachide ont été mis en place en hivernage 2001 avec 4 producteurs issus du dispositif Novasen. L'objectif est de déterminer quel sera le gain en terme de qualité et de quantité qu'apportera la mise en œuvre d'une production de GH 119-20 à partir de semences sélectionnées et en suivant un itinéraire technique amélioré.

2.4.1.2. Matériel et méthodes

L'essai porte sur une surface de 5 hectares répartie entre 4 agriculteurs du même GIE dans la zone de Wack Ngouna à 50km au sud de Kaolack. Afin d'optimiser le rendement ainsi que la qualité de la production, l'itinéraire technique suivant a été mis en oeuvre :

CALENDRIER	OPERATION
Avant semis	Préparation des semences : utilisation de semences de GH 119-20 Novasen criblées (14mm), calibrées après décorticage et triées afin d'améliorer la pureté variétale. Poudrage des semences avant livraison à l'agriculteur (200g de Granox/100kg graines).
Avant semis	Préparation du sol : nettoyage et grattage.
Première pluie utile (>20mm)	Semis : Ligne de 50cm x 15cm.
20 JAS	Fertilisation : 150kg/ha de 6-20-10.
40 JAS	Amendement calcique : 400kg/ha de phosphogypse.
Fonction des observations	Cercosporiose/rouille : début traitement Chlorothalonil (1.26kg a.i/ha) tous les 15j jusqu'à 100JAS quand nombre de tâches sur 50 feuilles > 90 avant 85JAS et >180 après 85JAS.
Fonction suivi de maturité	Récolte, égoussage en vert et séchage sur bêche quand %BC+BF>70%.

Parallèlement à ces 4 parcelles, 4 parcelles de GH 119-20 Novasen non sélectionnée ont été mises en place comme témoin comparatif et feront l'objet des mêmes mesures.

Suivi de croissance, de maturité et de l'état sanitaire. Prélèvement hebdomadaire de 5 plans par parcelle et mesure de plusieurs paramètres de croissance et de l'état sanitaire (longueur de la tige principale, longueur et largeur du pivot, nombre de feuilles, nombre de tâches de cercosporiose sur 50 feuilles, comptage et pesée des gousses par niveau de maturité) depuis le semis jusqu'à la récolte. A la récolte, analyse de 5 échantillons de 4x5m afin de déterminer le rendement ainsi que la qualité physique et sanitaire de la production.

Suivi climatique. Chaque parcelle est équipée d'une sonde HOBO® enregistrant toutes les heures la température extérieure et de la géocarposphère ainsi que l'humidité relative de l'air.

Suivi économique. Enregistrement de toutes les informations financières concernant la conduite de la culture. Analyse économique comparative de la rentabilité entre parcelles optimisées et traditionnelles.

2.4.1.3. Résultats et discussion

Sur l'ensemble du cycle de développement, la FTSW se maintient à 0.9 (Figure 43) avec un total de 600mm de précipitations ce qui correspond à un régime de type G5 en irrigué. L'alimentation hydrique a donc été suffisante pour permettre un développement optimum de la culture et éviter les stress hydriques de fin de cycle qui favorisent la contamination par *A. flavus*. La croissance comparée des parcelles en conditions optimisées et des témoins n'est pas significativement différente en terme de longueur de tige principale (Figure 44). Le nombre de feuilles par pied (Figure 45) est comparable sur les premier 70 jours du cycle puis il diminue fortement sur la parcelle témoins non-traitée alors qu'il continue à croître puis diminue dans une moindre mesure sur les parcelles traitées. Cette forte diminution au niveau du témoin à partir de 80JAS correspond à l'augmentation exponentielle du nombre de tâches de cercosporiose (Figure 46) alors que sur les parcelles traitées, le nombre de tâches augmente plus faiblement après les applications. L'arrêt du traitement anti-cercosporiose 3 semaines avant la récolte (délai avant récolte préconisé) n'a permis de limiter que partiellement la défoliation des plants. Ceci ne s'est pas traduit par une différence significative de la FTSW.

Décomposition du rendement

Le nombre de pieds par hectare à la récolte (Tableau 28) est proche du nombre de pieds théorique (130000 pieds/ha) et n'est pas significativement différent entre les parcelles optimisées et témoins. Cette densité correspond aux recommandations techniques et n'apparaît pas comme un facteur limitant pour la production de gousses par pieds (compétition réduite entre plants). La mise en place des organes reproducteurs n'est pas significativement différente avec près de 15 gousses par pied cependant le nombre de graines par gousse et leur remplissage est significativement supérieur pour les parcelles optimisées (Tableau 28). Cette différence s'explique par un plus faible taux de graines racornies possiblement du au maintien prolongé de l'activité photosynthétique.

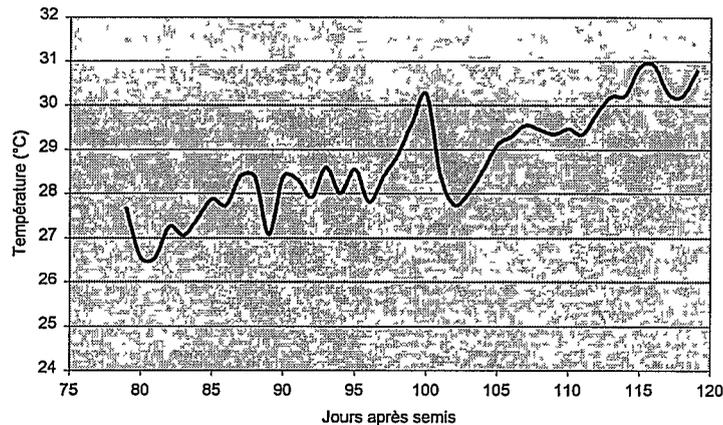
Cette différence significative des composantes du rendement affecte directement les rendements en gousses, graines et fanes (Tableau 29) qui augmentent de 17, 20 et 45% respectivement.

Qualité de la récolte

Les paramètres de qualité des gousses ne sont pas significativement différents (Tableau 30), cependant, le pourcentage de graines moisies et racornies est moins important en culture optimisée. Le rendement de décorticage est également supérieur en culture optimisée. Globalement, le rendement en graines HPS est 32% supérieur en culture optimisée.

Durant les 40 derniers jours du cycle, la température de la géocarposphère (Figure 47) reste favorable au développement d'*A. flavus* avec une somme des heures contaminantes de 739h ce qui est similaire aux résultats obtenus en contre-saison chaude sous irrigation. Le taux de graines moisies est cependant inférieur à celui obtenu en contre-saison avec respectivement 5.2% et 9.4% en hivernage et contre-saison.

Figure 47. Evolution de la température de la géocarposphère sur les 40 derniers jours du cycle de développement (GH119-20 – hivernage Bassin arachidier)



2.4.1.4. Conclusions et perspectives

La production d'arachide de bouche à partir de semences de qualité et en appliquant l'itinéraire technique recommandé permet d'atteindre des rendements ainsi qu'un niveau de qualité bien supérieurs à ceux obtenus actuellement. Le challenge est aujourd'hui de produire des semences de qualité en quantité suffisante et surtout d'en maintenir le niveau de qualité afin d'éviter les dérives observées précédemment. Les baisses de rendements et de grade observées ne sont pas dues à une dérive génétique de la GH 119-20 mais au mélange variétal couplé à des pratiques agricoles dégradées.

Economiquement, les surcoûts associés à la production en conditions optimisées sont amplement compensés par l'accroissement du revenu associé à la vente plus importante de gousses et de fanes. Globalement, la marge brute des agriculteurs augmente de 23% (Tableau 31).

2.4.2. CERCOSPORIOSE ET QUALITE DES ARB

2.4.2.1. Introduction

Les essais menés en hivernage 2000 dans la région de Nioro ont permis de mettre en évidence une relation entre le niveau d'infestation par la cercosporiose et le rendement en graines HPS. Cependant, l'application calendaire des traitements anti-cercosporiose n'est pas économiquement faisable par les agriculteurs et il convient tout d'abord d'élaborer un outil de pilotage des traitements ainsi que de tester un programme d'applications adapté aux réalités agro-économiques locales.

2.4.2.2. Matériel et méthodes

Matériel végétal. La variété retenue est GH 119-20 (cycle de 120 j), variété sensible à la cercosporiose.

Mise en œuvre : Le dispositif sera implanté sur la station ISRA Nioro du Rip. Pas de labour, simple nettoyage de la parcelle. Précédent jachère. Semis tardif (le 1er août) pour avoir la possibilité de tester l'effet des maladies en conditions de sécheresse. Semences traitées au Granox (200g/100kg de semences), semis manuel à 2 graines par poquet, puis démariage à levée complète (14 jas) et épandage d'engrais 6-20-10 à la dose de 150 kg/ha. Distance entre les lignes de 50 cm. Distance entre plants sur la ligne de 15 cm. Radou au semis puis élimination des mauvaises herbes au démariage par sarclages manuels. Parcelle unitaire de 5 x 5 m (11 lignes de 5 m, 33 plants par ligne). Espace entre blocs et parcelles de 2 m. Bordures de 1m. Irrigation complémentaire à préciser en fonction de la disponibilité du dispositif de la station de Nioro. Pilotage de l'irrigation à l'aide du modèle de bilan hydrique.

Traitements anti-cercosporiose. Six combinaisons fréquence d'application/seuil de traitement et un témoin non-traité ont été testés. Les traitements ont été réalisés avec du Chlorothalonil (1.26kg ai/ha). Les traitements ont débuté en fonction du seuil de contamination de la parcelle déterminée comme suit : A partir de 30JAS, le prélèvement hebdomadaire de 50 feuilles (tiers supérieur de la plante) par traitement sur l'ensemble du dispositif, et comptage du nombre de tâches de cercosporiose sur les 50 feuilles. Les traitements fongicides débiteront quand la somme des tâches sur 50 feuilles sera :

- 1) > 30 entre 30-85 JAS ou > 60 après 85 JAS
- 2) > 60 entre 30-85 JAS ou > 120 après 85 JAS
- 3) > 90 entre 30-85 JAS ou > 180 après 85 JAS

A partir du dépassement de ce seuil, les applications de chlorothalonil ont été réalisées à 15 ou 21 jours d'intervalle jusqu'à 100 JAS.

Mesures climatiques. Suivi des paramètres climatiques (T_{moy} , RH_{moy} et P) à partir des données de la station météorologique et installation d'une sonde HOBO[®] de température/humidité sur la parcelle.

Suivi de l'état hydrique du sol. Mesures hebdomadaires à l'aide de sondes Watermark (3 mesures) et méthode pondérale complémentaire (calibrage) par prélèvements à la tarière à raison de 3 prélèvements sur l'ensemble du dispositif tous les 25 cm sur l'ensemble du profil racinaire

Suivi de croissance. Chaque semaine à partir de 30 JAS, à raison de 4 plants entourés par traitement sur l'ensemble du dispositif, lignes 2-8. Mesure de la hauteur de la tige principale, du nombre et du poids de gousses pour chaque niveau de maturité.

Prévision des risques de contamination par les aflatoxines. Etude des fenêtres de contamination en condition d'hivernage à partir du suivi de la température de la géocarposphère (1 sonde de température par traitement) en relation avec les conditions climatiques, l'état de développement de la culture et

l'irrigation. A partir de 60 JAS, mesure de l'humidité et de l'activité de l'eau des graines des échantillons de suivi de croissance.

Analyses de récolte. Placette de rendement sur lignes 5-6-7 de 4 m. Analyse de récolte sur 2 kg de coques par parcelle.

2.4.2.3. Résultats et discussion

L'essai a été semé tardivement le 31 juillet afin de maximiser la probabilité d'attaques de cercosporiose tardive sur la variété GH 119-20. A partir des données climatiques (Pluie + irrigation, ETP et température), de l'indice foliaire observé (LAI) et du développement racinaire, nous avons pu reconstituer *a posteriori*, à l'aide du modèle de bilan hydrique, l'historique de la FTSW (indicateur du stock d'eau utilisable par la plante) au cours du cycle (Figure 50). La mise en place tardive de l'irrigation d'appoint a causé un stress hydrique en milieu de cycle (1000 à 1500°J) qui a pénalisé fortement la mise en place des gousses.

Le déclenchement des applications de Chlorothalonil en fonction des niveaux de contamination des plants a conduit aux traitements suivants :

- 1A : 1^{er} traitement à 52JAS, 4 traitements espacés de 15 jours
- 2A : 1^{er} traitement à 52JAS, 3 traitements espacés de 21 jours
- 1B : 1^{er} traitement à 59JAS, 3 traitements espacés de 15 jours
- 2B : 1^{er} traitement à 59JAS, 2 traitements espacés de 21 jours
- 1C : 1^{er} traitement à 66JAS, 3 traitements espacés de 15 jours
- 2C : 1^{er} traitement à 66JAS, 2 traitements espacés de 21 jours

Contrairement à l'essai mené en année 1 pour lequel les traitements avaient été poursuivis jusqu'à la veille de la récolte, les traitements appliqués en année 2 ont été arrêtés à 100JAS afin de respecter le délai avant récolte préconisé et ainsi éviter de dépasser la LMR du chlorothalonil sur graines et fanes d'arachides.

Tous les traitements ont eu un impact significatif sur le nombre de feuilles par pieds (Figure 49) ainsi que sur le nombre de tâches de cercosporiose sur 50 feuilles (Figure 51). La longueur de tige principale (Figure 48) n'est pas significativement affectée par les traitements anti-cercosporiose. L'application de Chlorothalonil en traitement fongicide limite donc l'altération de la surface photosynthétique (tâches concentriques sur les feuilles) et la défoliation précoce. Les plantes ainsi protégées peuvent assurer la phase de remplissage des graines alors qu'en l'absence de traitement, l'intensité de la maladie est telle que les plantes n'ont plus de feuilles en état de fonctionner normalement.

La protection foliaire de fin de cycle se traduit par une consommation plus importante en eau et donc une FTSW inférieure à celle du témoin (Figure 50) ainsi que par une augmentation du rendement en gousses et en graines HPS, quels que soient le seuil et la fréquence d'application (Tableau 33).

Economiquement, le coût du traitement est compensé par le gain de revenu engendré par l'augmentation du rendement en gousses et fanes (Tableau 35). La marge brute la plus importante est obtenue avec les traitements ayant débuté au seuil de 30 tâches par feuille quel que soit la fréquence d'application.

Tableau 35. Impact économique du traitement fongicide

F.CFA/ha	TRAITEMENT						Témoin
	1A	1B	1C	2A	2B	2C	
Traitement	63 750	48 000	48 000	48 000	32 250	32 250	-
Chlorothalonil							
Chiffre d'affaire	455 400	407 360	381 880	431 240	341 480	383 400	288 840
Marge brute	313 410	281 120	255 640	305 000	230 990	272 910	210 600

Décomposition du rendement

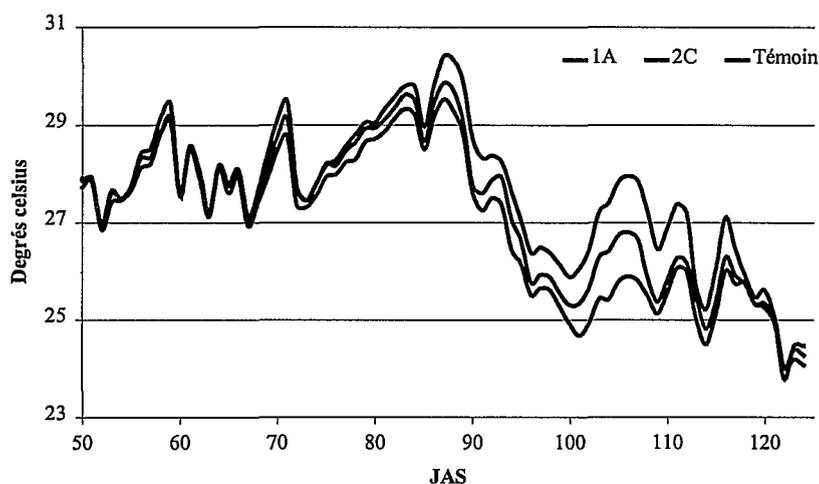
Le nombre de pieds à la récolte (Tableau 32) est proche du nombre de pieds théoriques (160000 pieds/ha). En conduite avec irrigation d'appoint, cette densité n'apparaît pas comme un facteur limitant pour la production de gousses par pied qui est d'avantage limité par la capacité photosynthétique de la plante. Ainsi la LAI du témoin non-traité chute de près de 65% entre 70 et 90JAS pour se maintenir ensuite à un niveau très bas (<2). Sur les placette traité, la LAI se maintient au dessus de 4 pour le traitement 1A et entre 3 et 4 pour les traitements 1B, 1C et 2A et enfin entre 2 et 3 pour 2B et 2C. Cette dégradation de la surface foliaire consécutive à la défoliation des plants affecte directement la mise en place des gousses (Tableau 32) et bien entendu le rendement en fanes (Tableau 33). Ainsi, la LAI moyenne sur le cycle de développement est significativement corrélée au rendement en fanes ($R=68\%$, $n=21$) et en graines ($R=61\%$, $n=21$).

Le nombre de graines par gousse ne varie pas significativement alors que le poids de 100 graines fait ressortir une compétition entre puits au niveau des placettes ayant un nombre de gousses par pied plus élevé. L'impact du stress hydrique en milieu de cycle a diminué de façon importante la mise en place des gousses, le nombre de graines par gousse et le poids de 100 graines qui sont respectivement inférieurs de 40%, 30% et 15% aux valeurs observées avec la même variété en milieu paysan.

Qualité de la récolte

Les paramètres qualitatifs ne varient pas significativement en fonction des traitements appliqués. Le rendement de décorticage compris entre 60 et 65% est expliqué en grande partie par le pourcentage de graines ridées et racornies qui représente 50 à 60% des graines (Tableau 34). Le taux de graines moisies, qui varie entre 6 et 10%, s'explique principalement par le taux de gousses attaquées ($R=69\%$). L'impact des traitements fongicides sur la LAI n'est ainsi pas suffisant pour engendrer des différences significatives au niveau de la température de la géocarposphère du fait des variations dans la couverture du sol (Figure 52).

Figure 52. Evolution comparée de la température de la géocarposphère selon le traitement fongicide



Ainsi, sur les 40 derniers jours du cycle, la température de la géocarposphère est favorable au développement d'*A. flavus* ainsi qu'à la production d'aflatoxines avec en moyenne 600 heures contaminantes.

2.4.2.4. Conclusions et perspectives

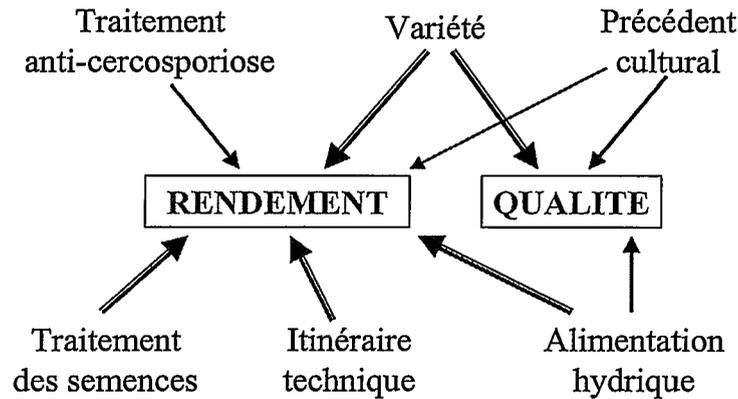
L'impact positif du traitement anti-cercosporiose sur le rendement est confirmé et son intérêt économique justifie un développement des traitements au chlorothalonil pour la production d'arachide de bouche. Cela sous entend bien évidemment une formation des agriculteurs au maniement des substances dangereuses ainsi que sur l'utilisation de ce fongicide et le respect des délais avant récoltes faute de quoi l'ensemble de la production pourrait être inapte à la consommation rajoutant un risque supplémentaire pour la production d'ARB de qualité.

La comparaison de 3 seuils et 2 fréquences d'application donne comme optimum un traitement tous les 15 jours à partir du seuil de 30 tâches par 50 feuilles. Cette application raisonnée permet d'accroître de près de 50% le rendement en gousses et de 25% le rendement en fanes.

Il reste aujourd'hui à tester ce programme de lutte raisonnée contre la cercosporiose sur une échelle plus importante et sur plusieurs variétés de susceptibilité différente.

2.5. GESTION DE LA QUALITE SUR LA FILIERE DE PRODUCTION D'ARB

Ces deux années d'expérimentation concernant l'ARB en cultures irriguées et pluviales dans la région du Fleuve Sénégal et du Bassin Arachidier ont permis d'identifier et de quantifier l'impact de plusieurs paramètres régissant le rendement et la qualité de la récolte :



La variété, l'alimentation hydrique et le précédent cultural influencent de façon significative la qualité de l'ARB produite. Ainsi, la combinaison de ces facteurs permet de contrôler la dégradation de la qualité physique et sanitaire. L'orientation variétale permet de limiter les risques sanitaires en utilisant des variétés peu susceptibles à *A. flavus* (55-437, Fleur 11, 78-936 et H75-0) mais limite les possibilités commerciales en terme de grades (absence de 20-30 et peu de 30-40 graines/oz). Des variétés à grosses graines résistantes restent à identifier.

L'alimentation hydrique a un impact important sur la qualité physique en assurant le remplissage des gousses et beaucoup plus limité sur la qualité sanitaire en maintenant l'humidité des graines à un niveau compatible avec la production de phytoalexines. Les régimes peu limitant (G4-G5) apparaissent comme le meilleur compromis en terme de rendement et de qualité quelle que soit la variété testée. En conditions pluviales, l'utilisation du modèle de bilan hydrique devrait permettre de simuler la FTSW pour chaque zone d'approvisionnement, d'évaluer l'ampleur du stress hydrique et ainsi d'éliminer les zones à risque important.

Enfin, malgré la réputation de « plante nettoiyante » que possède l'arachide au Sénégal, son implantation sur des sols en monoculture maraîchère (principalement tomate) affecte négativement la qualité de l'ARB récoltée avec un taux anormalement élevé de gousses moisies ainsi que de mortalité des plants dus à la forte contamination des sols par *A. niger*.

Globalement, nous disposons aujourd'hui d'un outil de simulation permettant à partir des données météorologiques d'estimer la qualité sanitaire mais surtout physique de la récolte à venir et ainsi d'orienter les zones d'achat en pluvial. Il reste maintenant à le tester à l'échelle du bassin arachidier sur la campagne 2002 afin d'en confirmer l'efficacité. En culture irriguée, nous pouvons désormais proposer aux agriculteurs un programme d'irrigation adapté à ses conditions édaphoclimatiques et permettant d'optimiser le rendement et la qualité de la récolte.

Ces essais de transfert auront lieu en contre-saison et en hivernage 2002 avant un passage à grande échelle en 2003. Au niveau variétal, les variétés Fleur 11 et 55-437 sont dès à présent utilisables comme variétés de bouche. La GH 119-20 présente une forte sensibilité à *A. flavus* et son remplacement par H75-0 reste à confirmer tout comme le potentiel des autres variétés de bouche testées.

3. FILIERE POST-RECOLTE : ETUDE DES PREALABLES A LA MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE « QUALITE TOTALE »

Les deux premières années de recherche dans le cadre du projet « Arachide de bouche / Diversification » se sont principalement concentrées sur l'étude et la modélisation des paramètres affectant la qualité des arachides au champs. Alors que le programme entre désormais dans une phase de transfert des données agronomiques au niveau des agriculteurs, il est essentiel d'intensifier nos activités sur la filière post-récolte. L'objectif est, à terme, la mise en œuvre d'une démarche qualité totale sur l'ensemble de cette filière.

En préalable à cette approche qualitative, il est essentiel d'identifier les différentes étapes de la filière post-récolte et d'évaluer leur impact sur la qualité du produit (physique et sanitaire). Parallèlement, divers études seront menées afin de répondre aux problèmes rencontrés et d'optimiser le processus de transformation des coques d'arachide en graines qualité export.

Ainsi, cette étape a pour objet de transformer un produit agricole brut en un produit à valeur commerciale tout en préservant sa qualité initiale ou en l'améliorant. Cette phase est d'autant plus critique que le produit stocké et manipulé est exposé à de nombreuses sources potentielles de dégradation et de contamination. L'action du CIRAD porte tout d'abord sur l'étude de l'évolution de la qualité du produit au cours des étapes de transformation et son optimisation puis sur le développement d'outils de contrôle et de maîtrise de la qualité en ligne (démarche qualité totale).

L'ensemble de la filière de transformation a été divisé en quatre étapes : post-récolte, pré-usinage, usinage et post-usinage. Les activités menées à chaque niveau sont les suivantes :

Tableau 36. Contenu technique et objectifs des essais technologiques conduits en 2001

INTITULE	OBJECTIFS
Post-Récolte	
- Séchage des gousses	Etude et optimisation du mode de séchage
- Tri des gousses	Etude de la faisabilité du transfert d'activités de pré-transformation au niveau des agriculteurs
Pré-usinage	
- Agréage des lots d'ARB	Développement d'un programme d'agrégation des lots d'arachide
- Nettoyage des lots d'ARB	Etude et optimisation des outils de nettoyage des lots d'arachide
- Stockage des lots d'ARB	Etude et optimisation du stockage des arachides coques
Usinage	
- Diagnostic des unités de transformation	Analyse suivant la méthode HACCP des unités de transformation d'ARB
- Décorticage semi-industriel	Etude et optimisation du décorticage semi-industriel
- Tri des graines d'ARB	Etude et optimisation du tri des graines d'ARB
Post-usinage	
- Fumigation des graines d'ARB	Optimisation de la fumigation des gousses et des graines d'ARB

3.1. POST-RECOLTE

La phase post-récolte concerne les activités menées au niveau des agriculteurs depuis la récolte jusqu'à la livraison au point de collecte. Elle comporte 2 niveaux :

3.1.1. SECHAGE DES GOUSSES

3.1.1.1. Introduction

Le séchage des gousses d'arachide est une phase critique pour la production d'arachide de bouche de qualité. L'objectif principal du séchage est d'amener l'arachide à un niveau d'humidité en dessous duquel le développement des moisissures responsables de la production d'aflatoxines soit bloqué afin de stopper la production de toxine. L'humidité optimum des graines en condition de stockage se situe entre 8-10% (Dorner & Cole, 1997). Au dessus de cette limite, il y a risque de production d'aflatoxines, en dessous, le pourcentage de casse au décorticage augmente réduisant le rendement en graines HPS. L'objectif est donc de descendre rapidement en dessous de 15% puis de se stabiliser à 8-10%.

3.1.1.2. Matériel et méthodes

Localisation. Le site expérimental se situe dans le village de Wack Ngouna.

Matériel végétal. Les essais ont été menés avec la variété de bouche GH119-20.

Mode de séchage. Trois modes de séchage ont été testés :

- 1) Gousses séchées en couche mince sur bâche plastique après égoussage en vert ;
- 2) Gousses séchées sur pied en moyette traditionnelle (empilement désordonné de pieds d'arachides) ;
- 3) Gousses séchées sur pied en andain inversé, les gousses dirigées vers le haut.

Pour chaque mode de séchage, 5 répétitions ont été mises en place (20kg de gousses humides par répétition).

Prélèvement d'échantillons et mesure des teneurs en eau. Sur chaque lot, un échantillon de 500 g de gousses a été prélevé le jour de la récolte, puis tous les 2 jours suivant la récolte jusqu'à J+12. Les gousses prélevées sont immédiatement pesées, décortiquées et l'humidité a été mesurée à l'aide d'un humidimètre Dickey-Johns.

Mesures climatiques. Des données climatiques (températures maxi, mini, humidité relative) ont été collectés de façon horaire à partir d'un enregistreur Hobo[®] placé sur le site de l'essai.

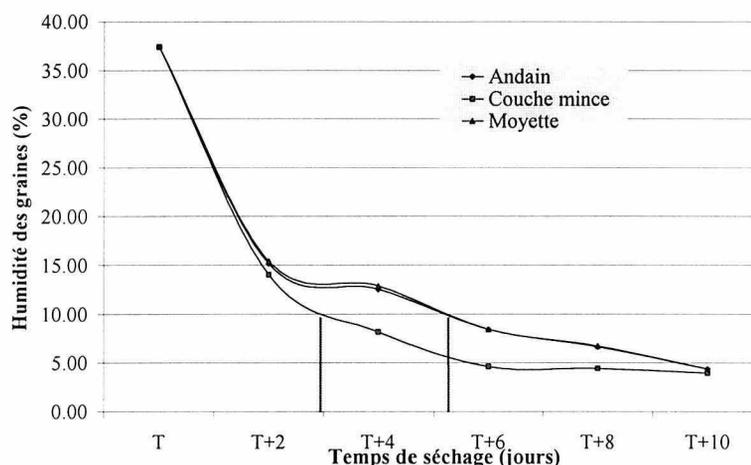
3.1.1.3. Résultats et discussion

Contrairement aux productions arachidières américaines ou argentines pour lesquelles le séchage des gousses est réalisé artificiellement en moins de 12 heures par injection d'air chaud dans les bennes de récolte, la production sénégalaise est entièrement séchée au champs. Les pieds d'arachides sont entassés par groupe d'une centaine pour former une « moyette » et restent ainsi jusqu'à la mise en meule avant le battage et le vannage. Ce stockage en moyette et meule peut durer plusieurs semaines voire plusieurs mois entraînant une dégradation importante de la qualité principalement due aux attaques d'insectes (Rapport Hincelin, 1999).

L'étude de l'impact du mode de séchage sur l'humidité des graines montre que les gousses séchées en couche mince atteignent le seuil de 10% d'humidité des graines après 3 jours de séchage contre 5 jours pour les gousses en moyette et andain inversé (Figure 53). Cette différence est principalement dû à

l'humidité retenue par la masse végétale (fanés) et qui augmente l'humidité dans le proche environnement des gousses ralentissant leur dessiccation.

Figure 53. Impact du mode de séchage sur l'humidité des graines de GH 119-20



Un séjour prolongé au champs au delà de cette période de 3 ou 5 jours a pour effet de ramener l'humidité des graines à moins de 5% ce qui affecte sévèrement le rendement de décorticage en augmentant le nombre de graines splittées du fait de leur fragilisation. Le séchage doit donc être stoppé dès le franchissement du seuil de 10%, soit après 3 jours en couche mince et 5 jours en moyette et andain inversés.

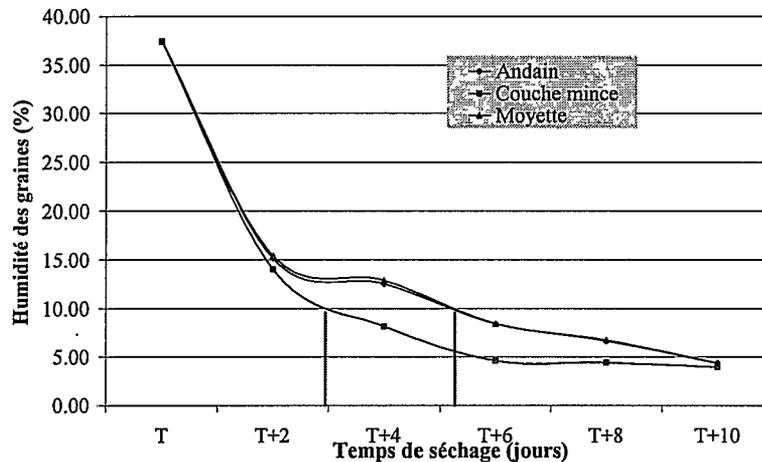
Au niveau qualitatif, le séchage en couche mince présente l'avantage d'éviter le séjour au champs et donc les possibilités d'attaque par les ravageurs. Il est cependant difficile à mettre en œuvre sur de grandes surfaces car l'ensemble de l'égoissage est réalisé manuellement, les petits équipements de battage disponibles au Sénégal ayant un rendement limité (15kg/h/personne – Dimanche, 1966) au prix d'un effort physique considérable et d'un coût prohibitif (200.000CFA). Le séchage en andain inversé limite les attaques d'insectes, comparativement au séchage en moyette, sans demander un effort supplémentaire important lors de la récolte. Le battage/vannage reste cependant un point critique. Pour être efficace, les fanés d'arachides doivent être complètement sèches pour permettre le détachement facile des gousses ce qui nécessite un séjour de 10-15 jours dans les champs. Les gousses sont alors susceptibles d'être attaquées et de voir leur humidité diminuer en dessous de 5%. Le développement du battage mécanique après une semaine de séchage au champ est donc nécessaire afin d'optimiser la qualité du produit.

3.1.1.4. Conclusions et perspectives

A l'heure actuelle, l'égoissage en vert permet d'assurer le meilleur niveau de qualité et pourrait être suivi immédiatement du tri des gousses. Ceci permettrait de limiter le temps de séjour des arachides récoltées sur l'exploitation et ainsi de hâter la commercialisation tout en limitant les dégradations. Les contraintes liées à sa mise en œuvre sont cependant importantes (mains d'œuvre pour l'égoissage et surface de séchage). De plus, les industriels devraient également mettre en place la commercialisation des gousses d'ARB dès le début des récoltes afin d'inciter les agriculteurs à traiter rapidement leur récolte plutôt que d'attendre 2-3 mois avant de pouvoir vendre. Pour les arachides séchées sur pied, le temps de séjour au champ est doit être limité au minimum afin d'atteindre les objectifs de rendement et de qualité. Une des solutions, serait le séchage en andain inversé afin de limiter les dégradations pendant les 15 jours nécessaires au séchage, suivi immédiatement du battage et vannage. Dans tous les cas, l'introduction de matériel de battage plus performant semble nécessaire afin d'envisager une production à grande échelle d'ARB de qualité.

l'humidité retenue par la masse végétale (fanés) et qui augmente l'humidité dans le proche environnement des gousses ralentissant leur dessiccation.

Figure 53. Impact du mode de séchage sur l'humidité des graines de GH 119-20



Un séjour prolongé au champs au delà de cette période de 3 ou 5 jours a pour effet de ramener l'humidité des graines à moins de 5% ce qui affecte sévèrement le rendement de décorticage en augmentant le nombre de graines splittées du fait de leur fragilisation. Le séchage doit donc être stoppé dès le franchissement du seuil de 10%, soit après 3 jours en couche mince et 5 jours en moyette et andain inversés.

Au niveau qualitatif, le séchage en couche mince présente l'avantage d'éviter le séjour au champs et donc les possibilités d'attaque par les ravageurs. Il est cependant difficile à mettre en œuvre sur de grandes surfaces car l'ensemble de l'égoussage est réalisé manuellement, les petits équipements de battage disponibles au Sénégal ayant un rendement limité (15kg/h/personne – Dimanche, 1966) au prix d'un effort physique considérable et d'un coût prohibitif (200.000CFA). Le séchage en andain inversé limite les attaques d'insectes, comparativement au séchage en moyette, sans demander un effort supplémentaire important lors de la récolte. Le battage/vannage reste cependant un point critique. Pour être efficace, les fanés d'arachides doivent être complètement sèches pour permettre le détachement facile des gousses ce qui nécessite un séjour de 10-15 jours dans les champs. Les gousses sont alors susceptibles d'être attaquées et de voir leur humidité diminuer en dessous de 5%. Le développement du battage mécanique après une semaine de séchage au champ est donc nécessaire afin d'optimiser la qualité du produit.

3.1.1.4. Conclusions et perspectives

A l'heure actuelle, l'égoussage en vert permet d'assurer le meilleur niveau de qualité et pourrait être suivi immédiatement du tri des gousses. Ceci permettrait de limiter le temps de séjour des arachides récoltées sur l'exploitation et ainsi de hâter la commercialisation tout en limitant les dégradations. Les contraintes liées à sa mise en œuvre sont cependant importantes (mains d'œuvre pour l'égoussage et surface de séchage). De plus, les industriels devraient également mettre en place la commercialisation des gousses d'ARB dès le début des récoltes afin d'inciter les agriculteurs à traiter rapidement leur récolte plutôt que d'attendre 2-3 mois avant de pouvoir vendre. Pour les arachides séchées sur pied, le temps de séjour au champ est doit être limité au minimum afin d'atteindre les objectifs de rendement et de qualité. Une des solutions, serait le séchage en andain inversé afin de limiter les dégradations pendant les 15 jours nécessaires au séchage, suivi immédiatement du battage et vannage. Dans tous les cas, l'introduction de matériel de battage plus performant semble nécessaire afin d'envisager une production à grande échelle d'ARB de qualité.

3.1.2. TRANSFERT D'ACTIVITES DE PRE-TRANSFORMATION AU NIVEAU DES AGRICULTEURS : TRI DES GOUSSES

3.1.2.1. Introduction

Le rémunération de l'arachide au prix de 120 F.CFA/kg ne permet plus d'assurer un revenu décent aux producteurs, ni la mise en œuvre d'un itinéraire technique permettant d'optimiser la qualité des arachides. Dans ce contexte, le transfert d'activités de pré-transformation (tri des gousses avant livraison au point de collecte) apparaît comme une des solutions permettant d'augmenter le revenu des cultivateurs ainsi que le rendement au décorticage en graines HPS.

L'objectif est de faire trier par les producteurs leur récolte séchée en gousses afin de retirer celles présentant des défauts majeurs (gousses moisies, attaquées, scarifiées, etc.) en contre partie de quoi le produit livré sera acheté à un tarif supérieur.

Les essais conduits dans la région de Kaolack ont eu pour objet de confirmer la faisabilité technico-économique d'une telle activité, d'en déterminer l'impact sur la qualité du produit final et enfin d'évaluer et de tester, au niveau paysan, un cahier des charges pour les gousses triées.

3.1.2.2. Matériel et méthodes

1) Evaluation en laboratoire de l'impact du tri des gousses sur la qualité du produit final

Mise en place de l'essai. Quarante échantillons de 5kg ont été prélevés dans le magasin semencier NOVASEN localisé à N'doffane au sud-est de Kaolack. Les gousses de chaque échantillon ont été séparées en « bonnes gousses » et « autres gousses » avant d'être décortiquées afin de procéder à l'analyse technologique des graines. Le critère « autres gousses » regroupe les gousses moisies, attaquées, immatures, scarifiées, cassées et éclatées.

Analyse technologique. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses saines et autres gousses, poids de graines après décorticage, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

2) Etude de la faisabilité technico-économique du tri et élaboration du cahier des charges « Gousses triées »

Mise en place de l'essai. Trois lots de 10kg d'arachides de variété Fleur 11 ont été triés individuellement afin d'en extraire les gousses présentant des défauts (moisies, attaquées, éclatées, cassées, immatures). Un échantillon de 1kg a été prélevé, pour analyse technologique, sur le produit initial et final afin de déterminer l'incidence du tri sur la qualité. Le temps de tri a été enregistré. Cette opération a été répétée avec les variétés 57-422 et GH 119-20. Sur le produit final, 10 échantillons de 750g ont été prélevés. Chaque échantillon a été divisé en 2 sous-échantillons de 500g et 250g afin de procéder à l'analyse technologique et d'évaluer l'impact de la taille de l'échantillon sur le contrôle qualité et de définir le cahier des charges « gousses triées ».

Analyse technologique. Les mesures suivantes ont été réalisées sur le produit initial et après tri: poids des gousses saines et autres gousses par catégorie de défauts, poids de graines après décorticage, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

3) Essai en milieu paysan du tri des gousses

Mise en place de l'essai : Dix tonnes de gousses GH 119-20 séchées ont été triées en milieu paysan. Afin de déterminer l'impact du tri sur la qualité du produit final, un contrôle qualité (tri des gousses en

différentes catégories : bonnes gousses, défauts majeurs (gousses moisies, gousses cassées, scarifiées, attaquées) et défauts mineurs (gousses éclatées, bout noir et immatures)) est effectué sur un échantillon de 250 g de produit initial et 250 g de produit trié. Les critères d'acceptation des lots triés sont définis dans le cahier de charges.

Analyse technologique : Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses, poids des différentes catégories de gousses et graines. Analyse aflatoxines sur le produit initial et trié.

3.1.2.3. Résultats et discussion

1) Evaluation en laboratoire de l'impact du tri des gousses sur la qualité des graines

Le tri des gousses a un impact significatif sur la quasi-totalité des critères de qualité physique et sanitaire de l'arachide (Tableau 37). Le rendement de décorticage et le rendement en graines HPS augmentent respectivement de 3% et 16%. L'impact sur la maîtrise des défauts majeurs (graines attaquées, bruchées, moisies) est très significatif. En effet le taux de graines défectueuses chute de 83% dans le produit trié. Seul le pourcentage de graines ridées ne varie pas de façon significative, se maintenant à 25%.

Ces essais en laboratoire confirment l'hypothèse selon laquelle le tri des gousses permet d'améliorer de façon significative la qualité sanitaire des arachides. L'impact du tri sur la qualité physique (principalement les graines ridées) reste cependant à confirmer. Une solution à évaluer pourrait être la combinaison du tri manuel des gousses, qui permet de réduire la contamination sanitaire, avec le nettoyage mécanique des gousses (tarare) qui réduit significativement le taux de graines immatures grâce au tri densimétrique.

2) Etude de faisabilité et élaboration du cahier des charges « Gousses triées »

* Etude de faisabilité du tri

Les essais réalisés ont permis d'évaluer les rendements d'une telle opération et sa faisabilité économique. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 38.

La variabilité observée au niveau des rendements en produit final et en écarts est principalement due à la qualité initiale ainsi qu'au calibre du produit à trier. En effet le lot de GH 119-20 présentait beaucoup plus de gousses défectueuses que les lots de Fleur 11 et de 57-422. Ceci est validé par les résultats des analyses technologiques des graines (Tableau 39). Les pertes de produits sont donc inversement proportionnelles à la qualité initiale du produit.

La capacité horaire est corrélée à la qualité initiale du produit et l'efficacité de l'opérateur et se situe en moyenne à 5kg/h/homme. Le tri en conditions pilote de lots de 10kg d'arachides de bouche des variétés Fleur 11, GH 119-20 et 57-422 permet de conclure à la faisabilité technique du tri. Il reste cependant à déterminer l'impact économique en fonction des données d'analyse technologique.

* Impact du tri des gousses sur la qualité des gousses et des graines

Globalement, le tri des gousses a un impact significatif sur presque tous les critères de qualité des gousses (Tableau 39).

Le taux de bonnes gousses augmente respectivement de 24%, 171% et 32% pour Fleur 11, GH 119-20 et 57-422. Les défauts majeurs et mineurs diminuent de façon significative avec, selon les variétés, une disparition complète de certains défauts (bouts noirs, gousses scarifiées, gousses moisies). La gousse attaquée reste le défaut majeur le plus difficilement perceptible du fait de la petite taille des

piqûres d'insecte (<1mm de diamètre) et demande une attention toute particulière de la part des trieurs d'autant plus que les graines de ces gousses sont régulièrement moisies.

Certains défauts plus subjectifs (gousses immatures) posent aussi problème et sont généralement moins bien triés laissant cour à la subjectivité du trieur. Dans ce cadre, une meilleure définition de ces critères est nécessaire afin de pouvoir fixer un seuil d'acceptation.

L'analyse technologique des graines permet de corroborer en grande partie les résultats obtenus sur le tri des gousses (2.2.1.). Elle permet ainsi de valider la nécessité de la mise en place d'une telle opération sur la filière ARB au travers son impact sur la qualité finale du produit (Tableau 40).

Fleur 11 : Le rendement de décorticage augmente de 6.8% et la proportion de graines HPS de 38 %. 79 % des défauts majeurs sont éliminés bien qu'on note la présence de graines moisies dans le produit final en dépit des résultats de l'analyse technologique des gousses triées (absence de gousses moisies). Cependant, l'impact du tri des gousses est très faible sur le pourcentage de graines ridées et décolorées du fait de l'absence de maîtrise des gousses immatures.

GH 119-20 : le rendement décorticage augmente de 16 % et la proportion de graines HPS de 44%. Le taux de défauts mineurs diminue de 12% contre 1.8% des défauts majeurs. Ce dernier chiffre, très faible, montre la mauvaise qualité du tri quant à l'élimination des gousses présentant un risque sanitaire. En effet le tri des gousses n'a pas eu d'impact sur la proportion de gousses attaquées bien que 90% de gousses moisies aient été éliminées. Ceci insiste sur la nécessité d'accepter un minimum de gousses présentant des défauts majeurs afin d'assurer la qualité du tri.

57 422 : comme pour les variétés décrites précédemment, le rendement décorticage et le pourcentage de graines HPS augmentent respectivement de 7% et 12%. Par contre la maîtrise du risque sanitaire par le tri est confirmée par la diminution de 76% du taux de graines moisies. Cependant, seul 2% des défauts mineurs sont éliminés ce qui traduit l'inefficacité du tri des gousses dans la maîtrise des défauts peu visuels c'est à dire les gousses immatures.

La qualité du tri des gousses a un impact indéniable sur la qualité des graines obtenues après décorticage. En effet, en triant les gousses, on augmente le rendement décorticage et le rendement en graines HPS tout en maîtrisant le risque sanitaire au travers de l'élimination d'une partie importante des graines moisies. Cet impact technologique se répercute directement sur le coût de production des graines HPS (Tableau 41). Ainsi, en rémunérant l'agriculteur 15 CFA supplémentaires par kilogramme de gousses triées, cela revient à réduire de 3.3% le coût de production des graines HPS. Cette maîtrise sera renforcée dans la suite du procédé de fabrication par l'opération de tri avant fumigation.

* Elaboration du cahier des charges « gousses triées » .

Le cahier des charges « gousses triées » servira de document de référence dans le cadre de l'essai de production de gousses triées avec les agriculteurs lors de la campagne d'hivernage 2001. Ce document a été établi en tenant compte des résultats obtenus en laboratoire (Tableau 39) et de l'impact économiques d'une telle opération (Tableau 41). Aussi, il sera impératif de le faire appliquer et respecter afin de garantir et sécuriser la qualité du produit fabriqué.

Les seuils limites d'acceptation des lots sont les suivants :

Défauts majeurs : somme des pourcentages des gousses moisies + attaquées + scarifiées+ bruchées retrouvées dans le produit trié. Le seuil limite est fixé à **5%**.

Défauts mineurs : somme des pourcentages des gousses immatures + bouts noirs + gousses cassées retrouvées dans le produit trié. Le seuil limite est fixé à **10 %**.

Ces seuils ont été fixés en tenant compte des objectifs qualité définis dans les cahiers des charges clients et de la faisabilité technique du tri (cf.2.2).

** Procédure d'échantillonnage et contrôle*

Afin de vérifier l'adéquation d'un lot par rapport au cahier des charges précédemment défini la procédure d'échantillonnage suivante a été établie :

a) Détermination de la taille de l'échantillon d'analyse

Dix échantillons de 750g ont été prélevés sur un lot de gousses triées. Chaque échantillon a été divisé en 2 sous-échantillons de 500g et 250g afin de procéder à l'analyse technologique et d'évaluer l'impact de la taille de l'échantillon sur les résultats du contrôle qualité (Tableau 42).

Les résultats obtenus montrent que la taille de l'échantillon n'a pas d'influence significative sur la qualité du contrôle. La taille de l'échantillon sera donc fixé à 250g constitués par 5 prélèvements de 50 g à différents endroits du lot (sac de 25kg).

b) Contrôle qualité

Chaque échantillon de 250g sera analysé selon les critères décrits dans la fiche d'analyse (Annexe 1). La durée de l'analyse a été estimée à 15 minutes. Tous les lots non conformes au cahier des charges défini ci-dessus devront être retriés ou dirigés vers la trituration.

3) Essai en milieu paysan du tri des gousses

L'essai de transfert d'activité de pré-transformation en milieu paysan au travers du tri des gousses a donné des résultats très encourageants. Ainsi, les gousses triées représentent en moyenne 56% du produit initial (Tableau 43) pour une augmentation de 18.1% du taux de bonnes gousses (Tableau 44) soit un gain de 0.41% de bonnes gousses par pourcentage de gousses rejetées. Ceci est plus faible que les résultats obtenus avec les gousses du fleuve dont la moyenne se situe à 0.58% de gain en bonnes gousses par pourcentage de gousses rejetées. Cette écart est principalement du aux gousses dont la surface a été endommagée lors du battage et qui sont confondues par les agriculteurs avec les gousses scarifiées alors qu'elles ne présentent aucun défaut des graines. En insistant sur ce paramètre, le rendement du tri manuel pourrait être amélioré de façon significative.

Contrairement aux outils de nettoyage mécanique qui affectent principalement les critères de qualité physique (gousses immatures, bout noir, etc.), le tri manuel améliore significativement tous les paramètres de qualité des gousses (Tableau 44). Le taux de gousses moisies est ramené à moins de 0.1% et le taux de défauts majeurs a diminué de 65%. Cette amélioration de la qualité sanitaire des gousses se répercute directement sur la qualité sanitaire des graines. Le taux de graines moisies et attaquées diminue de plus de 55% réduisant le risque aflatoxines. Le niveau de qualité sanitaire obtenu après tri des gousses est parfaitement compatible avec les objectifs qualité du marché d'exportation, le taux de graines moisies et attaquées étant inférieur à 3%.

L'impact du tri des gousses sur les critères de qualité physique est aussi confirmé. Les taux de gousses immatures, bout noir et cassées diminuent significativement avec une somme des défauts mineurs de $14.1 \pm 3.81\%$ et $5.17 \pm 3.18\%$ respectivement dans le produit initial et final. Ainsi, le taux de graines ridées est réduit de près de 45%. Enfin, cette réduction des graines défectueuses se traduit par un gain de 6.2% en graines HPS et semences.

3.1.2.4. Conclusions et perspectives

Le transfert d'activité de transformation au niveau des agriculteurs, au travers le tri des gousses, présente un avantage certain pour le producteur qui améliore ainsi son revenu en commercialisant du produit trié acheté 15F.CFA supplémentaires par kilogramme. L'introduction du tri et donc des critères de qualité permet également de responsabiliser le producteur face aux contraintes qualités actuelles et ainsi d'en faire un partenaire actif dans la mise en place de notre approche qualité filière.

Au niveau du transformateur, l'utilisation de gousses triées permet d'augmenter le rendement de décorticage en graines HPS tout en réduisant considérablement le risque de contamination par les aflatoxines. Le travail des trieuses est aussi facilité du fait de la faible contamination du produit sortie décortiqueuse ce qui autorise un tri plus rapide et donc une amélioration de leur revenu.

La mise en œuvre d'un tel tri à une échelle plus importante reste cependant un challenge important d'autant qu'il sous entend la formation d'un nombre important d'agriculteurs. En 2002, l'objectif est de réaliser production optimisée suivie du tri de près de 50ha afin de tester à l'échelle semi-industrielle la faisabilité de ce transfert. Pour cela, le contrôle qualité sur la base de 250g par sac de 25kg ne peut servir que comme autocontrôle au niveau de l'agriculteur mais n'est pas réalisable au niveau des points de collecte. Il convient donc de déterminer un critère de contrôle plus simple et représentatif de la qualité des arachides.

3.2. PRE-USINAGE

La phase de pré-usinage comporte 3 niveaux :

3.2.1. AGREAGE DES LOTS D'ARB

3.2.1.1. Introduction

La ségrégation des lots livrés au point de collecte en fonction de leur niveau de qualité : malgré toutes les précautions et recommandations prescrites pendant la phase de production agricole, il est essentiel de s'assurer que les lots entrant en usine présentent un niveau de qualité compatible avec les critères de qualité export (Les nouvelles réglementations sanitaires européennes en terme d'aflatoxines autorisent un seuil de contamination équivalent à 1 arachide contaminée pour 10000 saines). L'objectif du CIRAD est ici de trouver un indicateur simple permettant de sélectionner les lots et de ne conserver que les meilleurs pour la production d'ARB (les lots de qualité inférieure étant destinés à la trituration). Cette action de contrôle à réception des lots paysans permettra de sécuriser la suite du process et d'assurer la rentabilité et l'efficacité du tri manuel.

3.2.1.2. Matériel et méthodes

Cette étude de recherche d'un paramètre simple d'évaluation de la qualité des lots d'arachide s'est faite à partir de toutes les données collectées lors des essais agricoles et post-récoltes. Il concerne l'ensemble des analyses technologiques des gousses et graines effectuées pendant les campagnes de contre-saison 2001 et d'hivernage 2002 sur plus de 15 variétés et dans des conditions variées (cultures irriguées et pluviales).

3.2.1.3. Résultats et discussion

1) Bassin arachidier : GH119-20

Depuis l'abandon progressif par la Novasen du programme de sélection des lots en fonction de leur densité, il n'existe plus aucun autre système d'agrégation des lots paysans. Ainsi, la limite de 230g/l fixée pour ségréguer les lots ARB (Schilling, 1996) est inférieure à la densité actuelle de la GH119-20 (Figure 54) du fait du mélange avec des variétés de taille inférieure et l'abandon des bonnes pratiques de production qui ont entraînés une réduction de la taille des graines et des gousses et donc un accroissement de la densité. La densité des gousses reste cependant significativement corrélées au taux de graines HPS (Figure 54) ainsi qu'à celui de graines ridées (Figure 55). Dans ces conditions, il est nécessaire de fixer le seuil d'acceptation des gousses de GH119-20 Novasen avant chaque campagne afin de tenir compte de cette dérive de la densité.

Figure 54. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines HPS (GH 119-20, origine Novasen)

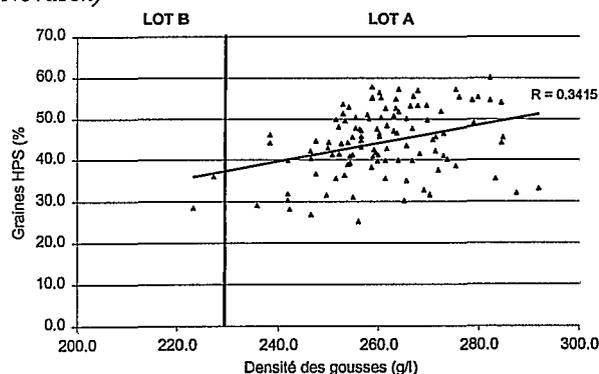
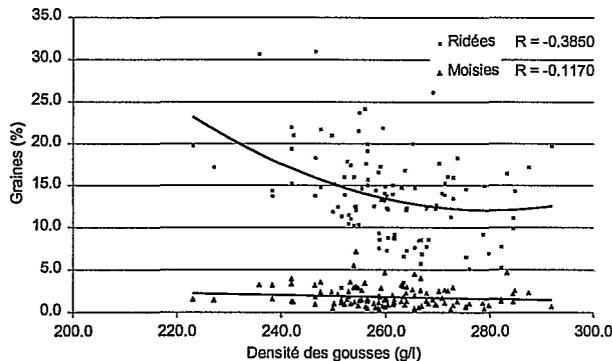
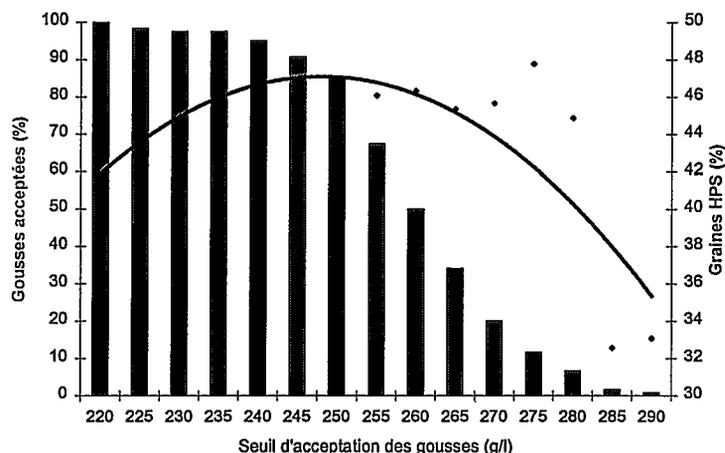


Figure 55. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines moisies et ridées (GH 119-20, origine Novasen)



Pour la campagne 2001, l'optimum pourcentage de lots acceptés – graines HPS correspond à un seuil d'acceptation de 250g/l, soit 85% de lots acceptés avec une moyenne de 45% de graines HPS (Figure 56).

Figure 56. Pourcentage de lots acceptés et de graines HPS en fonction du seuil d'acceptation des lots ARB (GH119-20, origine Novasen)



L'étude de la densité des gousses de GH119-20 issues des parcelles en production optimisée (cf. 2.2.1) confirme l'impact de l'hétérogénéité variétale sur le seuil d'acceptation des lots d'ARB de GH119-20 de Novasen. Ainsi, avec des gousses variétalement homogènes, la corrélation entre le taux de graines HPS et la densité des gousses est 20% supérieur (Figure 57) avec parallèlement une corrélation négative significative entre la densité et le taux de gousses immatures et moisies (Figure 58). L'optimum pourcentage de lots acceptés – graines HPS correspond désormais à un seuil d'acceptation de 235g/l, soit 92% de lots acceptés avec une moyenne de 45% de graines HPS (Figure 59) ce qui est proche des 230g/l originellement fixés par la Novasen.

Une mesure de densité fiable demande cependant la standardisation de la méthode et du matériel, le remplissage du récipient de mesure pouvant varier selon l'opérateur. Afin de limiter ce problème, l'étude a été poursuivie afin de déterminer un paramètre d'évaluation de la qualité qui soit plus facile à mettre en œuvre et aussi fiable que la densité.

Le poids de 100 gousses bi-graines donne les meilleurs résultats en terme de répétitivité et de représentativité de la qualité du produit en terme de graines HPS, moisies et immatures. Cette mesure consiste à prélever un litre de gousses au hasard, à en extraire les mono et tri-graines puis à compter et peser 100 gousses. Les résultats obtenus sur les gousses de GH119-20 produites en conditions optimisées donnent une corrélation significative de 60%, 80% et 57% respectivement entre la densité et le taux de graines HPS, ridées et moisies (Figures 60 et 61). L'optimum pourcentage de lots acceptés – graines HPS correspond désormais à un seuil d'acceptation de 145g/100 gousses bi-graines, soit 92% de lots acceptés avec une moyenne de 45% de graines HPS.

Ce nouveau paramètre facile à mettre en œuvre pourrait ouvrir une nouvelle voie à l'agrégé des lots paysans à réception au point de collecte ou à l'usine et faciliter la ségrégation ARB-Huilerie. Il pourra également intervenir dans la fixation des prix aux agriculteurs.

2) Région du fleuve Sénégal

Les arachides produites au niveau du Fleuve Sénégal sous irrigation ne présentent pas les mêmes caractéristiques que celles du bassin arachidier. Les seuils d'acceptation des lots risquent donc d'être modifiés et il convient de définir pour les 2 principales variétés (Fleur 11 et GH 119-20) un barème d'acceptation.

- Fleur 11

En production d'hivernage avec complément d'irrigation (Figures 62 et 63), la densité est un bon indicateur de la qualité (taux de graines HPS) des lots d'arachide ($R > 40\%$) contrairement au poids de 100 gousses bi-graines ($R < 10\%$). L'optimum pourcentage de lots acceptés – graines HPS correspond à un seuil d'acceptation de 240g/l, soit 75% de lots acceptés avec une moyenne de 60% de graines HPS.

- GH 119-20

En conditions d'hivernage, la qualité des graines de GH 119-20 a été relativement médiocre du fait d'un taux de remplissage et donc d'un rendement de décorticage très faible ($\pm 50\%$). Ceci s'est traduit par de nombreuses gousses vides et donc une densité très faible ($\pm 164\text{g/l}$) pour un taux de graines HPS moyen de (32.5%). La densité (Figure 64) et le poids de 100 gousses bi-graines (Figure 65) sont néanmoins corrélés avec le pourcentage de graines HPS, cependant l'application du seuil de 235g/l reviendrait à refuser les lots de GH 119-20 ce qui est logique du fait du taux réduit de graines HPS ($< 35\%$).

3.2.1.4. Conclusions et perspectives

Le paramètre « densité des gousses » jadis utilisé par la Novasen permet toujours de déterminer avec une bonne représentativité la qualité des lots d'ARB en terme de pourcentage de graines HPS. Le point critique réside dans la fixation du seuil d'acceptation qui varie selon les variétés testées et la pureté variétale entre 235g/l et 245g/l. L'utilisation d'un seuil moyen de 240g/l pourrait être une solution optimale mais il est cependant indispensable de confirmer ce taux en début de chaque campagne et pour chaque variété.

Le paramètre « poids de 100 gousses bi-graines » est intéressant pour les GH 119-20 car il permet de remplacer la mesure de densité qui peut être plus aléatoire. Ce paramètre n'est cependant pas utilisable sur la Fleur 11 et un suivi comparatif des 2 critères d'évaluation de la qualité est nécessaire afin de pouvoir conclure sur la pertinence du « poids de 100 gousses bi-graines ».

Pour le moment, l'achat à la densité reste le seul critère explicatif de la qualité applicable à toutes les variétés et son utilisation devrait être réintroduite. Cela présuppose que les lots acceptés ne soient pas ensuite mélangés avec les lots refusés lors de leur transformation à l'usine (Brévault, 2000).

Enfin, la mise en œuvre de l'agrégation des lots ne peut en aucun cas se substituer au développement d'une filière de production optimisée qui reste le seul garant de la qualité des graines produites. Le contrôle à réception n'est là que pour s'assurer que des lots de qualité non conforme à nos objectifs ne viennent contaminer la filière.

3.2.2. EVALUATION DES OUTILS DE NETTOYAGE DES RECOLTES

3.2.2.1. Introduction

Les lots d'arachides livrés aux points de collecte sont traditionnellement nettoyés par criblage (calibrage) et/ou tararage (calibrage + tri densimétrique) avant d'être stockés (Dimanche, 1973). Ces actions ont pour objet de pré-calibrer les gousses, d'éliminer des sacs d'arachides le sable (crible), ainsi que le plus grand nombre de corps étrangers lourds et de gousses vides (tarare) avant la pesée. Alors que l'impact de ces outils sur les corps étrangers et les gousses vides semblent évident, il l'est moins en ce qui concerne la qualité physique et sanitaire des lots nettoyés. Notre objectif est donc d'évaluer dans quelle mesure le nettoyage influence les paramètres de qualité des arachides de bouche ainsi que la nécessité de systématiser leur utilisation pour la production d'ARB destinées à l'exportation.

3.2.2.2. Matériel et méthodes

Description du matériel. L'ensemble de l'essai a été conduit avec du matériel SISMAR appartenant avec la NOVASEN :

- Le crible ARB à tambour consiste en un cylindre incliné de 80cm de diamètre et 2m de long, constitué de barreaux espacés de 12.5mm. Les arachides sont introduites à l'extrémité supérieure, et glissent le long du cylindre sous l'effet de la pente et du mouvement rotatoire. Les particules de taille inférieure à 12.5mm (sable, poussières, bâtonnets, pailles, petites gousses) passent entre les barreaux et les arachides criblées sortent en bout de cylindre.
- Le tarare à arachides est constitué de l'association de 2 éléments (Dimanche, 1973) :
 - un « sasseur », animé d'un mouvement de va-et-vient, qui peut être équipé de plusieurs grilles permettant d'éliminer les déchets (sable, poussières, bâtonnets, pailles) ainsi que les gousses de tailles réduites ;
 - une « soufflerie » pulsant un courant d'air réglable, le long d'un plan incliné. Les gousses traversent le flux d'air et se séparent par gravimétrie. Les gousses vides ou mal remplies sont rejetées vers l'extérieure tandis que les gousses pleines tombent dans les goulottes de récupération.

Mise en place de l'essai. L'essai a été mené sur le site NOVASEN localisé à N'doffane au sud-est de Kaolack. Trois sources d'ARB ont été utilisées :

- Arachides de bouche en coque NOVASEN produites dans le bassin arachidier (variétés Virginia GH 119-20 et mélange)
- Arachides de bouche en coque produites dans la région du fleuve Sénégal (variété Fleur 11)
- Arachide de bouche en coque produites dans le bassin arachidier en culture optimisée (variété GH 119-20)

1. Evaluation du procédé de nettoyage. Trente échantillons (15-25kg) d'arachide de bouche provenant du dispositif NOVASEN ont été traités suivant le dispositif présenté en figure 66. A chaque étape, un échantillon de 1kg de gousses a été prélevé afin de procéder à l'analyse technologique. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses, poids de graines après décorticage, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

2. Impact de la pureté variétale sur l'efficacité du tarare. Le principe du tarare étant basé sur le calibre et la densité du produit traité, une grande hétérogénéité de ce dernier pourrait limiter son efficacité. Pour évaluer ce paramètre, 3 échantillons de 114kg de gousses homogènes (Fleur 11, production irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal) ont été tararés puis analysés afin de déterminer l'impact du tarare sur la qualité physique et sanitaire des graines d'ARB. Les mesures suivantes ont été réalisées :

poids et densité des gousses, poids de graines après décortilage, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

3. Impact de la grille du sasseur du tarare sur la qualité du produit. Afin de d'évaluer l'impact de la grille du sasseur sur la qualité des arachides, 3 diamètres de grille (12, 13 et 14mm) ont été testés. Trois échantillons de 50kg de gousses homogènes (GH 119-20 produites en conditions optimisées) ont été tararés en utilisant chacune des grilles. Un échantillon de 2kg a été prélevé à chaque étape du procédé (produit initial, produit sortie sasseur, produit sortie ventilation et produit final) puis analysé afin de déterminer l'impact sur la qualité physique et sanitaire des graines d'ARB. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses, poids de graines après décortilage, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

4. Impact du tarare sur les gousses triées par les agriculteurs. L'essai de transfert du tri des gousses au niveau des agriculteurs a mis en évidence l'impact positif de cette opération sur la qualité sanitaire du produit. Un couplage du tri des gousses et du tarare devrait permettre d'aboutir à un produit de qualité optimum d'un point de vue physique et sanitaire. Trois échantillons de 50kg de gousses homogènes (GH 119-20 produites en conditions optimisées) triées et non-triées ont été tararés en utilisant la grille de diamètre 12mm. Un échantillon de 2kg a été prélevé à chaque étape du procédé (produit initial, produit sortie sasseur, produit sortie ventilation et produit final) puis analysé afin de déterminer l'impact sur la qualité physique et sanitaire des graines d'ARB. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses, poids de graines après décortilage, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

3.2.2.3. Résultats et discussion

1. Evaluation du procédé de nettoyage

Globalement, le tararage, criblage et criblage+tararage n'améliorent pas significativement le rendement en graines HPS des lots de GH 119-20 NOVASEN traités (Tableau 45). L'association crible+tarare diminue significativement le taux de graines ridées, alors que ni le taux de graines moisies et attaquées ne sont affectés par le traitement de nettoyage. Ces gousses ne sont généralement décelables qu'au tri visuel, leur densité n'étant pas toujours affectée par la présence de moisissures ou de piqûres d'insectes, elles ne sont donc pas éliminées par le crible ou le tarare. Les gousses sous dimensionnées ainsi que les principaux corps étrangers sont éliminés par le crible et le tarare. Ce dernier sépare également les grosses gousses de faibles densité (gousses fortement scarifiées, complètement moisies ou vides) au travers de la soufflerie.

Ces outils affectent principalement le taux de gousses mal remplies qui sont soit plus petites soit moins denses rendant leur élimination possible au crible ou au tarare. Ceci se répercute sur le poids de 100 gousses qui augmente significativement après le passage au crible (+11%) et au tarare (+25%).

Economiquement, le nettoyage des gousses entraîne presque toujours une diminution des coûts associés aux activités de transformation (Tableau 46). Le prix de revient des graines HPS varie respectivement de -6.1%, +0.9% et -2.3% pour les gousses criblées, tararées et criblées+tararées. Ceci ne tient pas compte des économies en terme de stockage et de traitement des gousses du fait de la diminution des quantités stockées qui s'élève au maximum à 7%, ainsi que de la dotation en gousses des agriculteurs pour le semis qui diminue également de 7% maximum. Ces deux points n'affectent que les producteurs de semences dans le sens où les industriels ne fournissent plus aujourd'hui les semences aux agriculteurs et demandent à ces derniers de livrer la production directement à l'usine sans passer par les points de collecte.

Cependant, les pertes importantes associées aux activités de nettoyage (Figure 47) posent un problème important en terme de surfaces à emblaver. Ainsi la production de 20000 tonnes de graines HPS demanderait la mise en place de 49000ha, 73000ha, 89000ha et 151000ha respectivement pour les gousses non nettoyées, tararées, criblées et criblées+tararées. Ceci décuple la quantité de gousses à stocker et à traiter pour la production des semences, sans parler de la quantité d'intrants à fournir.

Dans les conditions décrites par Dimanche (1973) avec un taux de perte associé au tarare de 3-6% et une amélioration du rendement en semences de 9%, le nettoyage des gousses était économiquement et qualitativement intéressant pour le transformateur. Aujourd'hui, la faible qualité des arachides livrées au point de collecte, la vétusté du matériel actuel qui n'a pas été renouvelé depuis plus de 20 ans, et l'augmentation du coût des intrants menacent la faisabilité économique de telles activités.

Il est cependant nécessaire, afin de valider ou non ce constat, de tester les équipements, et principalement le tarare, en utilisant une matière première de meilleure qualité ainsi qu'en variant les grilles du sasseur afin de diminuer les pertes et d'en évaluer l'impact qualitatif et économique.

2. Impact de la pureté variétale sur l'efficacité du tarare

Contrairement à l'essai précédent, le tararage des gousses de variété homogène a un impact significatif sur les graines HPS avec une augmentation de près de 9% (Tableau 47). Ceci s'explique principalement par la diminution significative de taux de gousses immatures (-75%). Cette variation se retrouve au niveau du taux de graines ridées qui chute de 5.8% entre le produit initial et tararé.

Economiquement, le coût de revient du kilogramme de graines HPS issue de gousses tararées est 2.5% supérieur à celui du produit initial (Tableau 48) avec, de plus, la nécessité de mettre en place 48000ha contre 80000ha pour la production de 20000 tonnes de graines HPS à partir de gousses non nettoyées et tararées.

Comme pour l'essai précédent, le taux de perte au tararage est de 50% ce qui dépasse fortement les 3-6% mentionnés par Dimanche (1973). Une fois de plus, le calibre des gousses semble être en cause, la variété Fleur 11 cultivée sous irrigation dans la région du fleuve Sénégal ayant un calibre similaire à la GH 119-20 NOVASEN. Le diamètre des perforations de la grille du sasseur (13mm) était adapté au Virginia de gros calibre et il conviendrait de tester le tarare avec des grilles perforées à 12mm. Une grille plus petite devrait permettre d'éliminer les gousses immatures et de conserver une grande partie des petites gousses intactes qui représentent $46.3 \pm 3.1\%$ des écarts à la sortie du sasseur et contiennent 48.7% de graines HPS. Ceci pourrait représenter un gain de 10kg de graines HPS pour 100kg de gousses initiales.

3. Impact de la grille du sasseur du tarare sur la qualité du produit.

L'étude de l'impact de la grille du sasseur souligne un accroissement significatif de près de 100% des pertes sortie sasseur (Tableau 47) à chaque augmentation de 1mm du diamètre des trous. Ces pertes passent ainsi, pour un diamètre de 12mm, de $11.2 \pm 3.14\%$ à $38.4 \pm 5.91\%$ pour un diamètre de 14mm. Les pertes sortie soufflerie ne diffèrent pas significativement (Tableau 47) avec en moyenne $8.43 \pm 3.26\%$ de pertes. Le produit final est directement affecté par l'impact de la grille du sasseur et diminue de plus de 30% avec l'augmentation de 2mm du diamètre des trous de la grille. Globalement, les pertes engendrées par le tarare s'élèvent à $18.6 \pm 6.29\%$, $29.6 \pm 4.03\%$ et $47.4 \pm 7.96\%$ respectivement avec les grilles de 12, 13 et 14mm. Comme pour les essais précédents, le taux de perte au tararage dépasse fortement les 3-6% mentionnés par Dimanche (1973), mais sont inférieurs aux 50% obtenus avec la GH 119-20 Novasen et la Fleur 11. Ce meilleur résultat s'explique par le bon remplissage des gousses récoltées à maturité ainsi que par la pureté variétale qui réduit l'hétérogénéité du lot initial.

Les pertes en termes de graines HPS et de semences sont également significativement affectées par le diamètre des trous du sasseur (Tableau 49). Des 55kg de graines HPS et semences présents dans 100kg de gousses initiales, 14.6%, 28.2% et 42.2% sont éliminées par le tarare, respectivement avec

les grilles de 12, 13 et 14mm. Ces pertes ne se traduisent pas par une amélioration significative de la qualité du produit finale (Tableau 50).

Les résultats de l'analyse technologique des gousses et des graines ne révèlent ainsi aucune différence significative quelle que soit la grille utilisée. Néanmoins, ces activités de tararage entraînent un surcoût s'élevant respectivement à 11%, 1% et 15% pour les grilles de 12, 13 et 14mm (Tableau 51).

La diminution des trous des grilles du sasseur a bien permis de réduire les pertes correspondantes sans toutefois affecter la qualité du produit. Ainsi, contrairement aux essais menés sur Fleur 11, pour laquelle les gousses immatures étaient le principal défaut, sur la GH 119-20 les gousses moisies, attaquées et scarifiées sont beaucoup plus nombreuses et leur densité et taille n'étant pas toujours différente de celle des bonnes gousses, elles ne sont pas éliminées. Dans ces conditions, on peut s'interroger sur l'intérêt économique du tarare.

4. Impact du tarare sur les gousses triées par les agriculteurs.

Les pertes associées à l'utilisation du tarare sont significativement inférieures avec les gousses triées (7.2%) comparativement aux gousses tout-venant (18.5%). Ceci est principalement dû à une diminution significative ($\pm 60\%$) au niveau des pertes sortie sasseur (Tableau 52). En effet, le produit trié est pratiquement exempt de corps étrangers et de sable et contient significativement moins de gousses moisies et attaquées. Le niveau de perte obtenu correspond à celui annoncé par Dimanche (1973), ce qui traduit l'excellente qualité des gousses à cette époque.

Les pertes en graines HPS occasionnées par le tarare sont relativement importantes en comparaison avec les pertes en gousses. Ainsi, pour les gousses triées, les 7.2kg de gousses éliminées représentent une perte de 5.4kg de graines HPS (0.75kg HPS/kg gousses) alors que pour les gousses tout-venant, les 18.6kg de gousses perdues ne représentent que 8.4kg de graines HPS (0.45kg HPS/kg gousses). Dans ces conditions, le tararage des gousses triées semble superflu au regard de la qualité présente dans le lot initial.

En effet, la qualité des gousses du produit trié est significativement supérieure à celle du produit non trié. Néanmoins, alors que le tarare améliore la qualité des gousses tout-venant, celle des gousses triées reste inchangée (Tableau 53). Les critères de qualité physique sont ainsi affectés positivement par le tararage alors que les critères sanitaires restent inchangés. A l'inverse, la différence significative du taux de gousses moisies entre le produit trié et non-trié confirme l'impact positif du tri des gousses sur la qualité sanitaire. Le pourcentage de graines moisies dans le produit final est ainsi 30% plus faible sur les gousses triées.

Economiquement, il est plus intéressant de faire trier les gousses par les agriculteurs sans procéder ensuite au tararage de ces dernières plutôt que procéder au tararage de gousses tout-venant (Tableau 54). Le tri des gousses permet d'atteindre un niveau de qualité physique et sanitaire supérieur aux activités de nettoyage et à moindre coût, tout en transférant du travail au niveau des agriculteurs souvent sans activité après la récolte.

3.2.2.4. Conclusions et perspectives

Les divers expérimentations menées lors de cette campagne d'évaluation des outils de nettoyage des arachides n'ont pas permis de conclure de façon satisfaisante quant à leur nécessité dans le cadre de l'amélioration de la qualité des arachides de bouche.

Ainsi, certains points importants se dégagent :

- Les outils de nettoyage entraînent des pertes importantes en produit commercialisable qui ne sont pas compensées par une augmentation significative de la qualité.

- L'utilisation d'une matière première de qualité permet de réduire les coûts de production de graines HPS (GH Novasen : 273CFA/kg, GH optimisée : 233CFA/kg) tout en limitant le risque de contamination par les aflatoxines (GH Novasen : 6% de graines moisies et attaquées, GH optimisée : 2% de graines moisies et attaquées).
- Économiquement et qualitativement, il est plus intéressant de faire trier les gousses par les agriculteurs plutôt que d'acheter du tout-venant tararé.

3.2.3. STOCKAGE DES LOTS D'ARB

3.2.3.1. Introduction

Les essais de stockage menés en extérieur pendant les campagnes 1999 et 2000 ont permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle ce type de conditions engendrait une forte dégradation des arachides de bouche (ARB) qui se traduisait par une chute du taux de graines HPS en dessous de 15%. Ces niveaux de qualité rendent le tri difficile et hasardeux du fait de la très forte dégradation du produit. Ceci pénalise donc les trieuses qui sont rémunérées au sac de graines HPS quelle que soit la qualité initiale, mais aussi l'industriel pour lequel il est difficile de sécuriser la qualité finale du produit à l'export. Dans ces conditions, le stockage en magasin semencier pourrait être une alternative qu'il convient de confirmer.

3.2.3.2. Matériel et méthodes

Mise en place de l'essai. L'essai a été mené dans le magasin semencier NOVASEN (capacité de 400-600t, dalle béton, paroi et toiture en taule) localisé à N'doffane au sud-est de Kaolack. Ce magasin a été entièrement rempli fin mars après fumigation de l'ensemble des gousses au PH₃ (4-7 tablettes/tonne de gousses). Un échantillon homogénéisé de 200kg de GH 119-20 NOVASEN a été subdivisé en 10 lots homogènes de 20kg. Chaque lot a été individuellement réparti en 4 échantillons de 5kg individuellement placés dans un sac d'oignon identifié par une étiquette mentionnant le numéro du lot. Un de ces sacs a été retenu pour analyse de la qualité initiale (23 mars 2001). Cinq lots de 3 sacs ont été placés à 2m de profondeur et les 5 autres à 0.5m de profondeur afin de suivre l'évolution du produit en fonction de sa localisation dans le tas d'arachide.

Suivi des paramètres climatiques. Afin de suivre l'évolution des conditions de stockage, 2 sondes de température et d'humidité (HOBO[®]) ont été placées à 2m, 0.5m ainsi qu'à l'extérieur du tas. Le suivi des paramètres climatiques s'est fait de façon horaire à partir du 24 avril 2001.

Analyse technologique. Mensuellement, un échantillon de 5kg de chaque lot a été prélevé et analysé afin de déterminer sa qualité physique et sanitaire. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids et densité des gousses saines et autres gousses, poids de graines après décorticage, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres). Le taux d'humidité (24 h à 105°C en étuve), l'acidité et la teneur en aflatoxines seront mesurés au laboratoire de l'ITA à Dakar.

3.2.3.3. Résultats et discussion

En moyenne, la température à 0.5m et 2m de profondeur se maintient entre 31°C et 36°C soit près de 4°C en dessus de la température extérieure moyenne. L'humidité relative moyenne est similaire à l'intérieur et à l'extérieur du tas jusqu'à la mi-mai (30% RH) puis augmente en début de saison des pluies pour atteindre 70% à l'extérieur, 60% à 0.5m et 50% à 1.5m. Cette augmentation de l'humidité relative au sein du tas se traduit par un accroissement du poids moyen de 100 graines après 3 mois de stockage de 3% (3.8% à 0.5m et 2% à 2m – Tableau 55). De plus, alors que la température et l'humidité relative à l'extérieur du tas d'arachide subissent de fortes amplitudes journalières pouvant atteindre près de 25°C et 70% RH (Figures 68 et 69), dès 50cm de profondeur, ces variations diminuent fortement (4°C et 5% RH) pour s'estomper à 2m. Dès 50cm de profondeur, les fluctuations climatiques sont donc fortement atténuées ce qui se traduit au niveau de l'analyse technologique des graines par une absence de différences significatives entre les graines stockées à 0.5m et 2m (Tableau 55). Globalement, tous les paramètres de qualité liés aux activités culturales (graines attaquées (0.86±0.36%) et ridées (26.0±4.56%)) reste inchangés au cours du stockage. Quant aux principaux paramètres de qualité physique et sanitaire dépendants des conditions de conservation (Rendement de décorticage, rendement en graines HPS, pourcentage de graines bruchées et moisies), ces derniers n'ont pas varié de façon significative durant le stockage (Tableau 55). Ceci permet donc de conserver la qualité des arachides tout au long du stockage contrairement au stockage en extérieur (Enard, 2001)

au cours duquel le taux de graines HPS chutait de 30% à moins de 10% en 2 mois alors que le taux de graines bruchées augmentait de 15%.

Tableau 55. Analyse technologique des lots d'ARB stockés (GH119-20 origine Novasen, n=5 échantillons)

		Initial	1 mois	2 mois	3 mois
Rendement décortilage (%)	0.5m	66.9±0.83 a	66.7±0.77 a	66.2±1.05 a	65.4±1.00 a
	2m	66.6±1.11 a	66.7±1.09 a	66.4±1.47 a	66.0±1.32 a
Rendement graines HPS (%)	0.5m	43.7±1.77 a	41.1±3.64 a	42.7±3.81 a	39.7±5.09 a
	2m	40.9±4.45 a	43.5±3.14 a	43.2±4.66 a	40.5±1.81 a
Graines bruchées (%)	0.5m	2.98±1.57 a	3.46±1.49 a	3.72±1.72 a	4.83±2.18a
	2m	2.48±0.62 a	3.14±0.61 a	3.52±0.75 a	3.62±0.41 a
Graines moisies (%)	0.5m	1.60±0.46 a	1.46±0.32 a	1.79±0.63 a	1.71±0.34 a
	2m	1.86±0.30 a	1.67±0.23 a	1.77±0.74 a	1.82±0.21 a
Graines splitées (%)	0.5m	3.12±0.50 ab	3.00±0.38 ab	2.95±0.34 ab	2.32±0.16 b
	2m	3.57±0.51 a	3.18±1.03 ab	3.25±0.64 ab	2.49±0.49 b
Poids 100 graines HPS (g)	0.5m	60.6±1.14 a	60.8±0.85 ab	60.7±1.14 ab	62.9±1.78 b
	2m	59.9±1.06 a	60.2±0.71 a	60.3±1.08 a	61.1±0.91 ab
Humidité des graines HPS (%)	0.5m	N/A	2.43±0.36	5.14±0.11	6.38±0.50
	2m	N/A	2.63±0.39	4.93±0.10	6.31±0.74
Acide oléique (%)	0.5m	N/A	0.19	0.42	0.42
	2m	N/A	0.15	0.26	0.19

De plus, sachant que l'optimum pour le développement d'*Aspergillus flavus* se situe entre 25°C et 35°C avec une humidité relative supérieure à 85% (Smith & Davidson, 1982), il est donc peu probable que le champignon puisse se développer à l'intérieur du tas d'arachide. Cette donnée a été confirmée par les analyses d'aflatoxines dont le seuil est resté inférieur à 0.5ppb sur l'ensemble des lots de graines HPS analysés tout au long de l'expérimentation. Seules les arachides en surface qui sont exposées à une humidité supérieure à 80% en début de saison des pluies se trouvent dans des conditions favorables au développement d'*A. flavus*. Il conviendra donc d'éliminer cette couche limite avant l'utilisation du lot ou de procéder à la mise en place d'un système de circulation d'air afin de diminuer l'humidité en saison des pluies ainsi que les risques de condensation en surface du tas (Smith et al., 1984 ; Sanders et al., 1981). Cette faible humidité au sein du tas affecte cependant négativement la qualité du décortilage, les graines trop sèches ayant tendance à se splitter (Smith and Sanders, 1991). Ainsi, l'augmentation de l'humidité au troisième mois s'est traduite par une diminution de 28% du taux de graines splittées au décortilage (Tableau 55).

Une interrogation persiste cependant, cet essai ayant dû être interrompu fin juin, pour cause d'utilisation des graines par la NOVASEN, alors que la tendance des courbes d'humidité relative était à l'augmentation. Il serait pertinent de poursuivre un tel essai pendant toute la saison des pluies afin de déterminer si l'humidité au sein du tas dépasse le seuil de 80%, augmentant ainsi fortement le risque de multiplication d'*A. flavus* et la production d'aflatoxines.

3.2.3.4. Conclusions et perspectives

Les essais menés en années 1 et 2 du projet permettent de conclure à la nécessité du stockage des gousses en magasin semencier pour la production d'ARB en limitant les risques liés au développement d'*A. flavus*. Dans ces conditions, et contrairement au stockage sous bâche en extérieur, le pourcentage de graines HPS ne varie pas significativement pendant le stockage.

Du fait du coût financier représenté par le stockage en magasin, il est essentiel d'assurer la qualité du produit entrant et donc de procéder à un agréage rigoureux afin de ne pas stocker du produit de faible qualité qui représente une source de contamination pour l'ensemble du lot. Les activités de tri des gousses, d'agréage et de nettoyage trouve là tout leur intérêt et s'inscrivent dans une logique visant à optimiser, à chaque étape post-récolte, la qualité physique et sanitaire des ARB.

3.3. USINAGE

Les deux principaux transformateurs d'ARB au Sénégal (Sonacos et Novasen) exportent aujourd'hui des quantités limitées de graines décortiquées (± 5000 tonnes en 2000) principalement vers le Royaume-Uni, la Russie et les pays du Maghreb. Les produits exportés font l'objet d'une demande croissante mais ne permettent pas de développer la filière du fait de leur faible niveau de rentabilité (FOB : ± 480 USD/tonne). Cependant, l'accès à des marchés plus rémunérateurs (FOB : 600-700USD/tonne) demande de pouvoir assurer la régularité des approvisionnements mais surtout de maîtriser et de sécuriser leur qualité. Les transformateurs jouent, à ce niveau, un rôle clef car ils peuvent par la mise en place d'un système qualité performant assurer la qualité du produit export. Le développement d'une telle démarche bénéficiera également aux consommateurs locaux, car elle implique une modification globale de la filière qui se verra affectée dans son ensemble.

Ainsi, la phase d'usinage consiste à contrôler les lots à réception puis à décortiquer, trier manuellement et emballer les arachides de bouche. Cette étape de transformation doit mener au produit final conforme aux objectifs qualité fixés par l'industriel et ses marchés. Il convient donc d'en sécuriser et d'en maîtriser toutes les étapes afin de limiter les sources de dégradation et de contamination et surtout d'assurer la qualité des ARB sortie usine. L'objectif du CIRAD est l'étude des préalables à la mise en place d'une démarche qualité totale au travers une analyse de type HACCP* visant à identifier, pour chaque étape du processus de transformation, les sources possibles de dégradation de la qualité physique ou sanitaire du produit.

** Le HACCP (Analyse des risques – maîtrise des points critiques) est une méthode de travail pour identifier, puis évaluer les contaminants biologiques, chimiques et physiques menaçant la sécurité des aliments et pouvant entraîner un effet néfaste sur la santé des consommateurs. Elle permet ensuite de déterminer les dispositions optimales de gestion de ces dangers (Noirbusson, 2000).*

3.3.1. ANALYSE HACCP DES UNITES DE TRANSFORMATION

3.3.1.1. Introduction

Cette étude inspirée des 3 premiers principes de l'analyse HACCP (1. Analyse des risques, 2. Détermination des points critiques, 3. Définition des seuils critiques) a pour objet de diagnostiquer la situation des unités de transformation existantes en terme de processus de fabrication et de maîtrise de la qualité. Ainsi, l'absence de systèmes qualité, de règles minimum d'hygiène et de sécurité (Bonnes pratiques de fabrication) et surtout de volonté et d'engagement de la direction ne permet pas, pour le moment, de mettre en place l'HACCP dans son ensemble.

Cette démarche qualité se heurte à une réticence importante de la part de tous ses acteurs et du fait qu'ils rencontrent aujourd'hui peu de difficultés à exporter et ne sont donc pas motivés à investir pour anticiper un problème qui ne les affecte pas pour le moment.

3.3.1.2. Application de la méthode HACCP

L'application des 3 premiers principes de l'analyse HACCP aux deux unités existantes de transformation d'ARB (Annexes 11 et 12) souligne la gravité de la situation actuelle en matière de manque de gestion des dangers pour la santé humaine. Sur plus de 30 dangers potentiels identifiés, seul quatre font l'objet de mesures préventives et/ou correctives appliquées avec plus ou moins de rigueur.

Il est aussi étonnant de constater l'absence de cahier des charges définissant avec précision les objectifs à atteindre en terme de qualité physique ce qui peut expliquer les lacunes des systèmes

qualité existant. Enfin, il ne semble pas exister pour le moment une volonté forte des dirigeants pour le développement d'une production d'ARB de qualité, les industriels écoulant sans difficulté la production actuelle.

Photo 5. Décortiqueuse - Usine Sonacos Louga

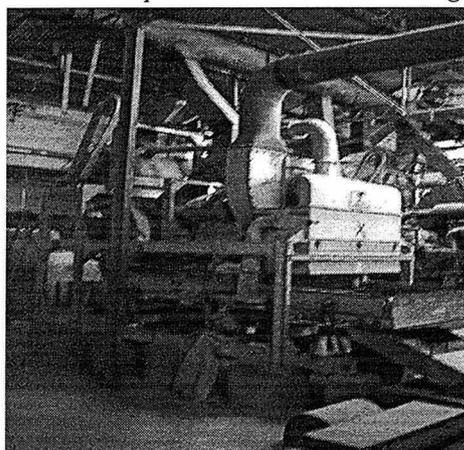
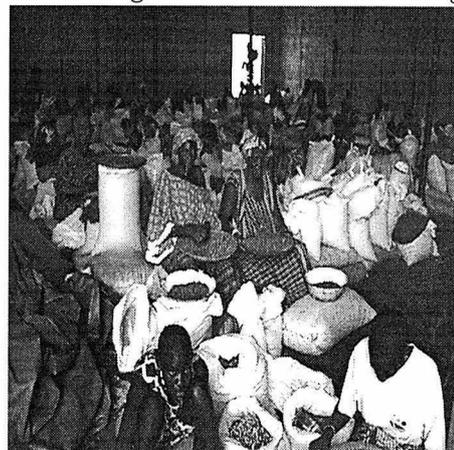


Photo 6. Tri des graines – Usine Sonacos Louga



Face à ce constat dramatique, la mise en place de la démarche HACCP doit être précédée de l'établissement et l'application de guides des bonnes pratiques de fabrication (BPF) et d'hygiène (BPH), documents de base pour une production dans des conditions acceptables. Ainsi, à l'heure actuelle, les deux unités étudiées ne présentent aucune garantie en terme de contrôle des risques de contamination physique (P), chimique (C) ou biologique (B). Un travail de fond doit donc être mis en œuvre afin d'améliorer la salubrité des unités de décorticages ainsi que la conduite du tri des graines HPS. De plus, un programme complet d'entretien et de maintenance des équipements et locaux doit être instauré et surtout respecté.

Lorsque tous ces préalables auront été mis en place, il conviendra alors de développer une politique qualité globale reprenant ces aspects de la gestion de la production et de l'hygiène auxquels viendront s'ajouter les impératifs en terme de gestion et de contrôle de la qualité du produit. Pour cela, un plan de contrôle du produit aux différentes étapes devra être développé et surtout appliqué de façon systématique dans le respect des procédures d'échantillonnage et d'analyse. Les résultats apportés par l'étude des activités post-récolte pourront être intégrés afin d'optimiser la qualité du produit depuis la récolte jusqu'à l'expédition, en limitant des risques de dégradation. Une étude HACCP complète pourra alors être réalisée afin de souligner les dangers non maîtrisés et les mesures correspondantes à mettre en œuvre.

3.3.1.3. Conclusions et perspectives

L'application des premiers principes de l'HACCP aux unités de transformation existantes a permis de diagnostiquer avec précision la situation actuelle en terme de gestion des dangers associés à la santé humaine. Ce travail nous a amené à nous questionner sur la pertinence et l'impact de chaque étape de production et ainsi à mieux appréhender le processus d'élaboration, ou plutôt de dégradation, de la qualité sanitaire du produit.

De nombreuses propositions de mesures correctives ont été formulées et il est donc essentiel que les industriels s'investissent plus intensément dans ce programme pour en apprécier les bénéfices en terme d'impact direct sur la qualité du produit mais aussi comme outil d'audit interne.

3.3.2. DECORTICAGE SEMI-INDUSTRIEL DES GOUSSES D'ARB

3.3.2.1. Introduction

Hormis les deux principaux industriels transformateurs d'ARB, il existe actuellement au Sénégal de nombreux groupements de producteurs voire de petits industriels désireux de se lancer dans la production d'ARB de qualité et de semences décortiquées. Pour cela, ils ne disposent aujourd'hui d'aucun équipement semi-industriel adaptés à ce produit, et ce principalement pour le décortilage. Le CIRAD a donc travaillé à l'optimisation des équipements existant pour décortiquer l'arachide d'huilerie afin de les adapter à l'ARB et aux semences qui demandent une attention toute particulière afin de limiter le pourcentage de splits ainsi que les dommages de surface occasionnés aux graines.

3.3.2.2. Matériel et méthodes

L'essai a été réalisé avec une décortiqueuse « super victoire » produite par la SISMAR. Cette équipement consiste en :

- Une trémie d'alimentation à débit réglable
- Une décortiqueuse : tambour équipé de patin en caoutchouc (patins originaux en acier recouvert de pointe de 1cm de long endommageant fortement les graines) qui force les gousses au travers de la grille de décortilage à trous oblongues. Cette action éclate les coques libérant les graines.
- Une soufflerie qui sépare les graines des débris de coque

Le débit horaire de la « super victoire » est de 100kg de gousses décortiquées par heure.

Trois diamètres de grille de décortilage ont été testés : 9, 10 et 11mm. L'essai a été conduit avec la variété 78-936. Pour chaque type de grille, 3 échantillon de 5kg ont été décortiqués, le poids de produit décortiqué a permis de calculer le rendement de décortilage. Un échantillon de 700g a ensuite été analysé afin de séparer les graines intactes des graines abîmées, splittées et non décortiquées.

3.3.2.3. Résultats et discussion

Le diamètre des trous de la grille de décortilage a un impact significatif sur le rendement et la qualité du décortilage (Tableau 56). Pour cette variété dont les grades vont du 30-40 au 70-80 graines/oz, les meilleurs résultats sont obtenus avec les grilles de 9 et 10mm. Au delà, le taux de gousses non décortiquées augmente significativement de plus de 600% alors que le rendement de décortilage et le pourcentage de graines intactes diminuent de 58% et 52% respectivement.

Tableau 56. Evolution des paramètres de décortilage en fonction du diamètre des trous de la grille.

Grille de décortilage	9mm	10mm	11mm
Rendement de décortilage (%)	66.8±4.39 a*	64.8±2.06 a	38.8±8.72 b
<u>Graines :</u>			
- Intactes (%)	79.8±1.08 a	77.6±2.72 a	41.1±9.81 b
- Abîmées (%)	7.52±1.57 a	8.48±0.41 a	6.00±0.38 a
- Splittées (%)	4.86±1.36 a	5.00±0.62 a	2.57±0.25 b
Gousses non décortiquées (%)	6.62±0.79 a	10.3±1.72 a	49.2±10.7 b

(*sur une même ligne, les données suivies de la même lettre ne sont significativement différentes (P=0.95))

3.3.2.4. Conclusions et perspectives

Cet essai confirme la nécessité de vérifier régulièrement le rendement et la qualité du décortilage afin d'assurer l'adéquation entre le diamètre des trous des grilles et la taille des graines du produit à

décortiquer. Le suivi des grades des ARB en fonction des variétés et des modes et saisons de production fait apparaître de grandes variations. Il est donc essentiel avant chaque nouveau lot de vérifier si le diamètre des grilles est adapté.

La décortiqueuse « super victoire » peut être un outil intéressant à disposition des petits transformateurs d'ARB ou de semences pour peu que l'on procède à la modification des patins de décortilage. Ainsi, avec les patins originaux, le taux de graines intactes était de 20% alors qu'il est de près de 80% avec les patins recouvert de caoutchouc.

3.3.3. TRI DES GRAINES HPS

3.3.3.1. Introduction

L'étape de tri des graines est l'un des points critiques crucial pour la production de graines d'ARB de qualité. C'est ainsi à ce niveau qu'a lieu la dernière intervention permettant de retirer du produit les graines présentant des défauts et ainsi de l'amener à un niveau de qualité répondant aux exigences des clients. La compréhension du processus de tri ainsi que des activités de contrôles qualité qui lui sont associées est essentiel en vue de leur optimisation. A terme, l'objectif est de définir des critères de tri cohérents en adéquation avec les standards internationaux en matière de qualité physique et sanitaire du produit.

3.3.3.2. Matériel et méthodes

Les essais ont été menés dans la région de Kaolack, sur le centre de tri Novasen de Sibassor, ainsi qu'à l'usine Sonacos de Louga.

1) Evaluation du tri et des critères d'acceptation des lots de GH 119-20

L'objectif de cet essai est de déterminer l'impact du tri sur la qualité des graines et les pertes en matière ainsi que l'adéquation entre les critères d'acceptation des lots d'ARB décrits par le personnel de contrôle qualité de la Novasen et la qualité réelle des lots.

Mise en place de l'essai. Vingt sacs de graines tout-venant de la variété GH 119-20 ont été triées séparément par les trieuses du centre de Sibassor. Chaque sac a été inspecté par la Novasen puis retirié afin de correspondre à leurs critères de qualité. Des échantillons de 1kg ont été prélevés sur le produit initial, refusé et accepté afin de suivre l'évolution des paramètres de qualité physique et sanitaire ainsi que l'évolution des pertes en matière.

Analyse technologique. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids de graine à chaque étape, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie à chaque étape (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

2) Evaluation du tri et des critères d'acceptation des lots de 55-437

L'objectif de cet essai est de déterminer l'impact du tri sur la qualité des graines et les pertes en matière ainsi que l'adéquation entre les critères d'acceptation des lots d'ARB décrits par le personnel de contrôle qualité de la Sonacos et la qualité réelle des lots.

Mise en place de l'essai. Vingt sacs de graines tout-venant de la variété 55-437 ont été triées séparément par les trieuses du centre Sonacos de Louga. Chaque sac a été inspecté par la Sonacos puis retirié ou non afin de correspondre à leurs critères de qualité. Des échantillons de 1kg ont été prélevés sur le produit initial, refusé et accepté afin de suivre l'évolution des paramètres de qualité physique et sanitaire ainsi que l'évolution des pertes en matière.

Analyse technologique. Les mesures suivantes ont été réalisées : poids de graine à chaque étape, temps d'extraction des HPS, poids des graines HPS et des écarts par catégorie à chaque étape (dépelliculées, attaquées, moisies, ridées, décolorées, bruchées, splittées, autres).

3.3.3.3. Résultats et discussion

1) Evaluation du tri et des critères d'acceptation des lots de GH 119-20 NOVASEN

Le tri des graines tout-venant apporte un gain qualitatif considérable (+73% de graines HPS et -80% de défauts majeurs) mal maîtrisé du fait de l'absence de contrôle qualité rigoureux (écart type proche

de 10% - Tableau 57). Le taux de graines splittées diminue significativement lors du premier tri puis augmente dans une moindre mesure lors du retriage du fait de la manipulation des graines fragilisées par un très faible taux d'humidité (<5%) De plus, les pertes associées au tri des graines sont relativement importantes et représentent en moyenne 42.1±8.11% du produit initial. Ceci s'explique principalement par la faible qualité du produit initial (-40% de graines HPS) .

Tableau 57. Analyse technologique des lots de graines initiaux, refusés et triés (GH 119-20 origine Novasen)

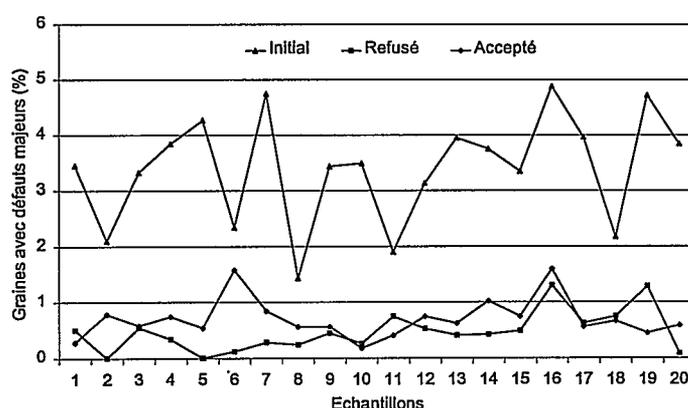
	PRODUIT INITIAL	PRODUIT REFUSE	PRODUIT ACCEPTE
Graines HPS (%)	35.5±10.4 a	43.9±5.39 b	61.6±5.56 c
Graines moisies (%)	1.82±0.72 a	0.09±0.22 b	0.05±0.09 b
Graines attaquées (%)	1.04±0.54 a	0.17±0.22 b	0.10±0.10 b
Graines bruchées (%)	0.56±0.33 a	0.26±0.27 a	0.56±0.33 a
Graines ridées (%)	19.1±6.43 a	16.1±5.41 a	5.08±2.32 b
Graines dépélicullées (%)	16.6±4.62 a	18.7±4.98 a	18.7±4.01 a
Graines décolorées (%)	20.6±7.31 a	19.6±7.57 a	11.1±2.25 b
Graines splittées (%)	4.31±1.57 a	1.19±0.78 b	2.81±0.61 c

Le temps de tri de la GH 119-20 est de 11.4±2.50kg de produit initial par heure. Les trieuses rémunérées à la quantité de produit final (400CFA/25kg de graines HPS) sont dépendantes de la qualité du produit initiale qui pénalise leur revenu au point que certaines refusent de trier les sacs trop contaminés. Dans ces conditions, il est difficile de pouvoir assurer une qualité régulière alors que le paiement à la quantité de produit final force les ouvrières à travailler vite pour assurer un revenu minimum (généralement 400-800 CFA/j).

De plus, l'acceptation ou le rejet des sacs de graines d'ARB triées est purement le fait de l'évaluation plus ou moins subjective des inspecteurs de la Novasen. A l'heure actuelle, il n'existe aucun système formalisé de contrôle qualité. Un contrôle visuel sommaire (observation dans le sac) est effectué sur 4 à 5 poignées de 100-150 g de graines par sac de 25kg de graines HPS. Si 4-5 graines très abîmées (moisies, attaquées, bruchées) sont enlevées par poignée, le sac est rejeté. Ceci représente un seuil de 3-5% de graines à défauts majeurs. En moyenne un tiers des sacs triés sont acceptés (ex : le 21/06/2001, 67 sacs rejetés sur 87 sacs triés ; le 26/06/2001, 56 sacs rejetés sur 92 sacs triés). La décision de rejet ou d'acceptation des sacs est aussi fortement influencée par les relations sociales entre la trieuse et le contrôleur. Ce facteur est d'autant plus accentué que les contrôleurs sont des hommes et les trieuses des femmes placés dans une société où la structure familiale étendue joue un rôle prépondérant.

L'analyse technologique des sacs de graines de qualité initiale, refusée et acceptée met en évidence que le taux de graines présentant des défauts majeurs (moisies, attaquées et bruchées) se situe en moyenne à 3.4%, 0.5% et 0.7% respectivement pour les graines initiales, refusées et acceptées (Figure 70). Le rejet des lots sur la base des défauts majeurs n'est donc pas vérifié.

Figure 70. Comparaison du taux de graines avec défauts majeurs entre le produit initial, refusé et accepté (GH119-20, origine Novasen).



Globalement, les trieuses retirent tout d'abords les graines moisies, attaquées et splittées (Tableau 57), puis si le lot est rejeté, elles se concentrent alors sur les graines ridées et décolorées qui sont plus voyantes et dont l'élimination améliore significativement l'aspect visuel du produit. Les taux de graines ridées et décolorées diminuent ainsi respectivement de 60% et 40% lors du retriage.

La gestion de la qualité au niveau des points de tri ne peut se faire efficacement que sur la base d'un contrôle qualité systématique basé sur un cahier des charges précisant les critères de qualité et leur seuil d'acceptation.

2) Evaluation du tri et des critères d'acceptation des lots de 55-437 SONACOS

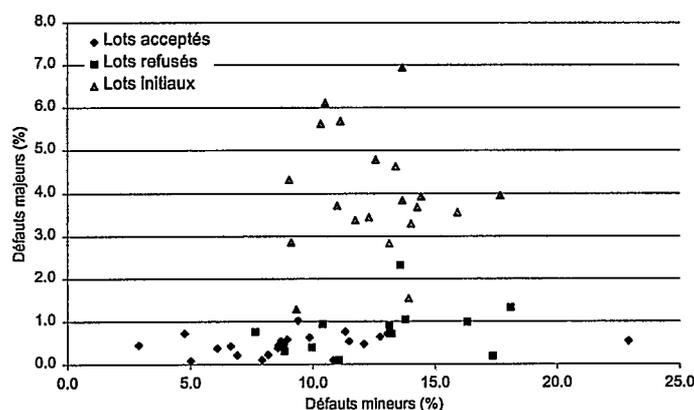
Comme pour la GH 119-20, le tri permet d'augmenter de taux de graines HPS mais dans une moindre mesure (+25%), le produit initial étant d'une qualité bien supérieure. L'écart type reste cependant élevé, témoignant de la difficulté à maîtriser la qualité. La variété 55-437, de part son cycle court et sa bonne résistance à *Aspergillus flavus* donne ainsi un produit initial avec plus de 60% de graines HPS (Tableau 58). Les taux de graines moisies et attaquées sont plus faibles qu'avec la variété GH 119-20, mais le pourcentage élevé de graines bruchées souligne un problème de stockage et de traitement des gousses ou des graines. Comme pour la Novasen, les pertes associées au tri sont en moyenne de 40.0±8.84% soit 18% de plus que la valeur annoncée par la Sonacos. Malgré la bonne qualité du produit initial, la petite taille des graines rend le tri plus pénible et le rendement des trieuses est globalement de 1 à 2 sacs de 25kg de graines HPS par jour.

Tableau 58. Analyse technologique des lots de graines initiaux, refusés et triés (55-437 origine Sonacos)

	PRODUIT INITIAL	PRODUIT REFUSE	PRODUIT ACCEPTE
Graines HPS (%)	65.9±3.60 a	77.8±7.24 b	82.8±6.32 c
Graines moisies (%)	1.33±0.59 a	0.02±0.06 b	0.01±0.02 b
Graines attaquées (%)	0.19±0.13 a	0.06±0.08 b	0.03±0.05 b
Graines bruchées (%)	2.45±1.08 a	0.75±0.51 b	0.44±0.43 b
Graines ridées (%)	9.10±2.75 a	11.6±3.49 a	8.95±3.89 a
Graines dépélicullées (%)	5.77±2.29 a	3.94±2.42 ab	2.64±2.02 b
Graines décolorées (%)	11.4±2.26 a	5.73±2.11 b	5.10±2.70 b
Graines splittées (%)	1.82±0.80 a	0.09±0.09 b	0.03±0.07 c

Le problème de paiement à la quantité triée se pose pareillement (460CFA/25kg de graines HPS), tout comme celui du contrôle qualité. Le contrôle est réalisé, non pas sur quelques poignées, mais sur le sac qui est renversé sur une bâche devant le contrôleur qui effectue un contrôle visuel. Globalement 25% des sacs sont retriés. Les critères d'acceptations sont censés être basés sur la teneur en graines présentant des défauts majeurs (graines moisies, attaquées et bruchées) or l'analyse technologique des lots acceptés et rejetés montre qu'il n'existe pas de différence significative au niveau du taux de défauts majeurs des lots refusés et acceptés avec respectivement 0.3% et 0.5% contre 4.0% pour le produit initial (Figure 71).

Figure 71. Relation entre les graines avec défauts mineurs et défauts majeurs pour le produit initial, refusé et accepté (55-437, origine Sonacos).



Seuls les pourcentages de graines avec des défauts mineurs (graines splittées, racornies et dépelliculées) varient significativement. Globalement, les lots acceptés ont moins de 1% de défauts majeurs et moins de 12.5% de défauts mineurs. Une fois encore, le contrôle se base sur des critères visuels facilement décelables mais d'impact mineur pour juger de la qualité du lot ainsi 75% des lots rejetés ont moins de 1% de défauts majeurs mais 60% ont plus de 12.5% de défauts mineurs. A noter, un échantillon accepté avec plus de 20% de défauts mineurs ce qui souligne la variabilité du contrôle.

3.3.3.4. Conclusions et perspectives

L'étude du tri des graines au niveau des deux principales unités de transformation sénégalaises met en avant la nécessité de formaliser le contrôle des lots d'ARB afin de maîtriser et de standardiser la qualité. Comparativement à la grille de classification des qualités de graines exports (Cf. 4.1), les graines de GH 119-20 et de 55-437 se répartiraient comme suit au niveau de la qualité physique :

- GH 119-20 : Cat.1 : 40%, Cat. 2 : 50%, Cat. 3 : 10%
- 55-437 : Cat.1 : 55%, Cat. 2 : 40%, Cat. 3 : 5%

Cette répartition pourrait être améliorée par un meilleur contrôlé des bruches qui représentent généralement la plus grande partie des défauts majeurs.

La ségrégation des graines en graines HPS et écarts d'huilerie est également génératrice de pertes importantes. Ainsi, grand nombre des graines rejetées présentent des défauts physiques qui empêchent leur vente en graines HPS mais n'en entament pas moins leur qualité sanitaire. Pour cela, lors des analyses technologiques des différents essais, les graines ont été en 3 catégories :

- Graines HPS
- Ecart « pâte d'arachide » : graines ridées, abîmées, décolorées, dépelliculées, et splits.
- Ecart huilerie : graines moisies, attaquées, bruchées, racornies.

Les graines destinées à la production de pâte d'arachide près de 50% plus cher que les écarts destinés à l'huilerie et ceci permettrait d'éviter que certains transformateurs utilisent des écarts d'huilerie pour la production de pâte d'arachide destinée au marché local.

En 2002, les travaux se concentreront sur la définition du cahier des charge, du contrôle qualité et de l'optimisation des pratiques de tri.

3.4. POST-USINAGE

La phase post-usinage consiste à traiter et stocker le produit fini avant leur exportation. Cette étape est d'autant plus critique que toute dégradation du produit emballé ruinerait tous les efforts de maîtrise et de sécurisation de la qualité mis en place en amont de la filière et risquerait de n'être détectée qu'à réception par l'importateur. A ce stade, il est impératif de stopper toute évolution du produit en traitant contre les ravageurs des denrées entreposées (principalement *Caryedon serratus*). L'action du CIRAD porte sur la définition des paramètres de fumigation pour permettre un stockage préservant la qualité des lots avant export.

L'étude des procédés de fumigation au PH₃ des deux principales industries de transformation arachidière (NOVASEN et SONACOS) met en évidence de grandes variations dans les conditions et les barèmes d'utilisation. L'étude réalisée par le LNDS (Ducom *et al*, 2000.) relève ainsi des incohérences dans les pratiques de fumigation industrielles et de proposer des améliorations.

3.4.1. PROCÉDES ACTUELS DE FUMIGATION

3.4.1.1. Fumigation des gousses d'arachide

A l'heure actuelle, les gousses d'arachide de bouche ne sont pas fumiguées mais uniquement poudrées (Sumithion® (m.a. : Fénitrothion)- 500g/Tonne). Cette application, si elle est réalisée présente un risque majeur pour la santé humaine, des résidus de poudre pouvant se déposer sur les graines lors du décorticage et contaminer le produit. Cette pratique est donc à proscrire et devrait être remplacée par une fumigation des gousses.

3.4.1.2. Fumigation des graines d'arachide

* Novasen Lindiane :

Les lots de graines sont généralement fumigués après tri (1) sauf dans le cas de lots fortement bruchés et pour lesquels un traitement est nécessaire en sortie de décorticage afin d'éviter une dégradation supplémentaire du produit (2).

(1) Traitement standard : 2 comprimés/tonne pendant 72 h après tri + 2 comprimés/tonne dans le container à l'expédition

(2) Traitement exceptionnel : 1 comprimé/tonne pendant 48 à 72 h à la réception au centre de tri + 2 comprimés/tonne pendant 72 h après tri + 1 comprimé/tonne dans le container à l'expédition

La durée maximale de fumigation est de 3 jours, la quantité de matière active apportée est de 2g de PH₃ pour 1 tonne c'est à dire 1g/m³ sans tenir compte des risques de pertes de produit par manque d'étanchéité des bâches.

* Sonacos Louga

Le procédé de fumigation est défini comme suit : 2 comprimés par tonne d'arachides décortiquées pendant 3 jours. La fumigation se fait aussi sous bâche mais à l'intérieur d'un hangar. La quantité de matière active apportée est de 2g de PH₃ pour 1 tonne c'est à dire 1g/m³ sans tenir compte des risques de pertes de produit par manque d'étanchéité des bâche.

3.4.2. RECOMMANDATIONS

L'étude réalisée sur l'utilisation du PH₃ sur les arachides en alternative au bromure de méthyle révèle que l'application de 2g/m³ de matière active sur un lot d'arachide, pendant 4 jours à 30°C ou 5 jours à 25°C, est efficace pour l'élimination de la bruche de l'arachide (Ducom et al., 2000). Cependant afin d'assurer à 50% la sécurité du lot d'arachides traité, les recommandations suivantes ont été préconisées :

Tableau 59. Doses recommandées pour la fumigation au PH₃ des coques et graines d'arachide

PRODUIT A TRAITER	NOMBRE DE PASTILLES DE 3G		MATIERE ACTIVE (PH ₃ EN G/M ³)	MATIERE ACTIVE EFFICACE (PH ₃ EN G/M ³)
	/m ³	/ tonne		
Grandes arachides en coque (type GH 119-20)	2	8	2	0.95
Petites arachides en coques (type 55-437)	3	5	3	1.5
Graines d'arachide	2	4	2	0.65

La durée de fumigation conseillée est de 5 jours pour les températures inférieures ou égales à 25°C, et de 4 jours pour les températures supérieures à 25°C.

Comparativement, les doses appliquées par la Sonacos et la Novasen sont 75% inférieures à la dose recommandée et ce dans des conditions d'étanchéité discutables. De plus, le fractionnement des applications (Novasen) occasionne des coûts supplémentaires mais reste sans effet sur la désinsectisation des lots. Ces écarts peuvent expliquer le rejet occasionnel de lots exportés pour cause de bruches vivantes. L'application stricte des doses recommandées qui représente un surcoût minimum et assure la qualité des lots en terme de présence d'insectes vivants, doit être suivie par l'ensemble des industriels arachidiers.

4. CONTROLE DES LOTS A L'EXPORTATION

Afin d'éviter toute exportation abusive d'ARB ne répondant pas aux critères de qualité des pays importateurs et venant dégrader l'image de marque de la filière sénégalaise, il est essentiel de mettre en place un système de contrôle systématique des lots quittant le territoire national. Ceci repose sur :

4.1. RENFORCEMENT DE LA LEGISLATION ARB

Le contrôle des lots à l'exportation doit s'appuyer sur des textes réglementaires et techniques appropriés au contexte réglementaire international et propres à assurer le bon fonctionnement du plan de contrôle physique et sanitaire des ARB. Une Commission Qualité, animée par le CIRAD, est chargée de renforcer le dispositif réglementaire relatif au contrôle qualité des arachides de bouche destinées à l'exportation. Les opérateurs de la filière pourront s'appuyer sur cette législation commerciale conforme aux exigences de marché pour sécuriser leurs opérations. Ce dispositif réglementaire repose principalement sur l'établissement d'une définition précise et commune des produits arachides de bouche ainsi que sur le renforcement des critères de détermination de la qualité des produits et des modalités de contrôle.

Le texte législatif proposé en 2001 n'a pas encore été approuvé par les différents membres de la commission qualité qui ne s'est réunie qu'une seule fois cette année pour des raisons administratives liées au déblocage tardif des fonds et à la dissolution de la cellule de suivi. Le CIRAD a souligné l'importance de mettre en place, avant même la signature du décret, les outils de contrôle des arachides exports afin de pouvoir collecter des données quant à la qualité du produit actuel et surtout d'éprouver la faisabilité d'un tel système. Parallèlement, une grille de classification des arachides (Tableaux 60 et 61) a été proposée afin, dans un premier temps, de classer les lots exports.

Tableau 60. Classification des niveaux de qualité des gousses d'arachide de bouche

Variété	Pureté variétale > 90% : variété		Pureté variétale < 90% : type variétal
Année(s) de campagne			
Humidité de graines	% humidité relative (<10%)		
Grade	Nombre de gousses par livre (453.5g)		
Teneur en aflatoxines	A	B	C*
* B1	< 2 ppb	≥ 2 ppb et < 8 ppb	≥ 8 ppb
* Totale	< 4 ppb	≥ 4 ppb et < 15 ppb	≥ 15 ppb
Qualité physique	1	2	
* Défauts gousses	< 10 %	≥ 10%	
* Défauts graines	< 3.5 %	≥ 3.5 %	
* Corps étrangers	< 0.5 %	≥ 0.5 %	
* Insectes vivants	Absence	Absence	

Tableau 61. Classification des niveaux de qualité des arachides de bouches en graines non-dépelliculées

Variété	Pureté variétale > 90% : variété		Pureté variétale < 90% : type variétal
Année(s) de campagne			
Humidité de graines	% humidité relative (<10%)		
Grade	Nombre de graines par once (28.35g)		
Teneur en aflatoxines	A	B	C*
* B1	< 2 ppb	≥ 2 ppb et < 8 ppb	≥ 8 ppb
* Totale	< 4 ppb	≥ 4 ppb et < 15 ppb	≥ 15 ppb
Qualité physique	1	2	3
* Défauts mineurs	< 3 %	≥ 3 % et < 5 %	≥ 5%
* Défauts majeurs	< 0.5 %	≥ 0.5 % et < 1 %	≥ 1 %
* Corps étrangers	< 0.1 %	≥ 0.1 % et < 0.5 %	≥ 0.5 %
* Insectes vivants	Absence	Absence	Absence

* Lots impropres à la consommation humaine

Ce système de classification devrait permettre d'évaluer chaque lot export avec une note allant de A1, pour les meilleurs lots, à C3, pour les plus mauvais, à laquelle s'ajoutera des informations concernant la pureté variétale, l'année de campagne, l'humidité des graines et le grade. Les critères de définition des défauts mineurs restent cependant à préciser avec les importateurs, les notions de graines ridées, décolorées ou dépelliculées étant relativement vagues. Ce système de classification répond également à la demande du ministère du commerce extérieur et des industriels qui ne veulent pas, au travers du décret, interdire l'exportation des produits plus fortement contaminés vers les pays indifférents aux problèmes des aflatoxines. Cette volonté de poursuivre les exportations de produit contaminé va à l'encontre des accords du Codex Alimentarius, dont le Sénégal est signataire, et au travers desquels le pays reconnaît le danger que représente pour la santé humaine la consommation d'arachide contenant plus de 15ppb d'aflatoxines totales. Toutes ces propositions ont été soumises à la commission et seront discutées lors de la prochaine réunion..

4.2. DEVELOPPEMENT D'UN LABORATOIRE NATIONAL DE CONTROLE DES ARB ET DE LABORATOIRES DE CONTROLE QUALITE DANS LES USINES

Afin de réaliser l'ensemble des contrôles stipulés par le texte législatif, un laboratoire national de contrôle des ARB est en création à l'Institut de Technologie Alimentaire. La mise aux normes européennes ainsi que l'accréditation du laboratoire, afin de garantir sa reconnaissance internationale, se fera avec l'assistance technique et scientifique du CIRAD et des laboratoires Wolff de Paris. Parallèlement, le CIRAD et les laboratoires Wolff assisteront les opérateurs pour la création de laboratoires de contrôle qualité dans les unités industrielles avec mise en place d'un plan d'échantillonnage et d'analyses à toutes les étapes de production.

Les travaux au niveau du laboratoire mycotoxines de l'ITA venant d'être initiés en décembre 2001, aucune activité de collaboration n'a donc pu être menée cette année.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

5.1. ANALYSE HACCP DE LA FILIERE

L'étude systématique de chaque étape de la filière ARB sénégalaise a permis d'identifier de nombreux risques associés à la dégradation du rendement et de la qualité lors des activités de production et de transformation.

Au niveau sanitaire, l'étude HACCP de deux unités de décortiquage d'arachide en coque a mis en évidence de nombreux risques associés aux pratiques et conditions de travail ainsi qu'au manque de rigueur dans les contrôles et la définition des critères de qualité (Annexes 11 et 12). De nombreuses mesures préventives et correctives ont ainsi été proposées et il conviendra de tester leur faisabilité ainsi que leur impact en 2002.

Les étapes de la filière antérieures à l'usinage ont fait l'objet d'une analyse séquencée de leur impact sur la qualité physique et sanitaire du produit. Les résultats concernant la qualité sanitaire ont été consolidés dans un premier plan HACCP :

ETAPES	DESCRIPTION DES RISQUES SANITAIRES	PROPOSITION DE MESURES PREVENTIVES ET CORRECTIVES
1. Production agricole	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contamination des gousses par <i>A. flavus</i> et production d'aflatoxines (C) 2. Contamination des gousses par des résidus de pesticides (C) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisation de variétés résistantes ou peu sensibles à <i>A. flavus</i> : 55-437, Fleur 11, 78-936 et H75-0 2. Application de régimes hydriques peu limitant : G4-G5 3. Insertion dans un cycle de rotation approprié 4. Respect des délais d'application avant récolte pour les traitements phytosanitaires
2. Séchage	<ol style="list-style-type: none"> 3. Contamination des gousses par <i>A. flavus</i> et production d'aflatoxines (C) 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Séchage au champ en andain inversé puis battage immédiat après 5 jours (battage mécanique) ou 10 jours (battage manuel) et commercialisation
3. Nettoyage	<ol style="list-style-type: none"> 4. Non-élimination des gousses contaminées par <i>A. flavus</i> (C) 5. Utilisation de graisses non alimentaires (C) 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Tri manuel des gousses par les agriculteurs en fonction d'un cahier des charges « gousses triées » : défauts mineurs < 10% et défauts majeurs < 5%
4. Agréage	<ol style="list-style-type: none"> 6. Acceptation de lots fortement contaminés par <i>A. flavus</i> (C) 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Contrôle qualité systématique des lots à réception au point de stockage
5. Stockage	<ol style="list-style-type: none"> 7. Contamination des gousses par <i>A. flavus</i> et production d'aflatoxines (C) 8. Contamination des gousses par des corps étrangers dangereux (P) 9. Contamination des gousses par les déjections de ravageurs (B) 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Traitement des stocks par fumigation au PH3 pour éliminer les insectes ravageurs responsable de la dissémination des spores 9. Stockage en magasin semencier pour contrôler les conditions d'humidité et de température ainsi que les attaques de rongeurs 10. Sélection et entretien du magasin de stockage (Bonne pratiques de stockage (BPS))

Tout comme pour les propositions issues de l'analyse HACCP de l'usinage, les mesures décrites dans le plan HACCP ci-dessus devront être évaluées conjointement afin d'en déterminer l'impact et la faisabilité technico-économique. Parallèlement, la rédaction des guides de bonnes pratiques de production, de stockage, de fabrication et d'hygiène sera complétée par les activités prévues en 2002.

5.2. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le développement de la filière arachide de bouche de qualité au Sénégal passe par une restructuration complète et profonde de la filière existante en insistant sur la responsabilisation et professionnalisation de tous ses acteurs. La démarche qualité initiée par le CIRAD a pour objet d'optimiser et de maîtriser la production de graines répondant aux exigences de qualité export au niveau des producteurs et des transformateurs, tout en y intégrant un plan de contrôle permanent à chaque étape de la filière.

A terme, cette approche intégrée devrait conduire à sécuriser la production et les exportations d'ARB en redonnant aux arachides sénégalaises une place importante sur le marché mondial et une reconnaissance internationale. Cependant, elle devra poursuivre cette démarche afin de suivre et de s'adapter aux évolutions futures des marchés.

Après 2 années de projets, nous disposons dès à présent de résultats qui nous permettent d'envisager un passage à l'échelle pilote afin de confirmer la faisabilité technico-financière ainsi que l'impact des pratiques agricoles et post-récolte préconisées sur le rendement et la qualité des arachides de bouches.

L'outil de simulation du bilan hydrique permet désormais de planifier l'irrigation des parcelles de production afin de limiter les attaques par *A. flavus* et de maximiser le rendement en graines HPS. Seuls les aspects de mise en œuvre posent toujours problème avec principalement la nécessité de mieux contrôler les apports en irrigation gravitaire et surtout d'assurer la densité au semis.

Du point de vue variétal, plusieurs lignées peu susceptibles à *A. flavus* et donnant de bons rendements ont été identifiées (Fleur 11, 55-437, 78-936 et H75-0). A ce propos, la variété GH119-20 pourrait être remplacé par la H75-0 moins sensible aux pathogènes du sol et donnant des rendements similaires.

Au niveau post-récolte, l'ensemble de la filière a pu être évalué (Tableau 62) afin d'identifier l'impact de chaque étape sur la qualité et d'émettre des recommandations. Il est maintenant nécessaire de mettre en œuvre toutes ces recommandations conjointement sur une filière partant d'un produit de qualité afin de confirmer la faisabilité technico-économique d'une telle production et surtout sa capacité à répondre à la demande des importateurs européens au travers l'exportation de containers test.

De plus, l'étude de la filière a souligné la nécessité de développer un guide de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication qui constitue le préalable à la mise en place d'une filière qualité.

Globalement, nous disposons aujourd'hui des informations nécessaires à la mise en place d'une filière de production et de transformation d'arachide de bouche de qualité, qu'il convient d'évaluer à une échelle plus importante. Cette étape de passage au développement donnera lieu à un suivi pas-à-pas de la qualité physique et sanitaire du produit tout au long du processus afin d'évaluer son impact en ligne.

Certains points précis restent cependant à étudier demandant une poursuite de certaines activités de recherche nécessaires pour finaliser les outils d'aide à la décision.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brévault, T. 2001. Rapport d'activités année 1. Rapport d'étude, convention CNIA/CIRAD 01/07/99.
- Dimanche, P. 1966. Egoussèuse d'arachides. *Oléagineux*. **21**(2) : 91-93.
- Dimanche, P., 1973. Le conditionnement des produits : Le tarare à arachides. *Oléagineux*. **7** : 337-339.
- Dorner, J.W. and Cole, R.J. 1997. A method for determining kernel moisture content and aflatoxin concentrations in peanuts. *JAACS*. **74** : 285-288.
- Dorner, J.W., Cole, R.J., Sanders, T.H., and Blankenship, P.D. 1989. Interrelationship of kernel water activity, soil temperature, maturity, and phytoalexin production in preharvest aflatoxin contamination of drought-stressed peanuts. *Mycopathologia*. **105** : 117-128.
- Ducom P, Dupuis S, Roussel C (2000): utilisation du PH3 sur des arachides en alternative au bromure de méthyle. Rapport du Laboratoire National des Denrées Stockées.
- Enard, 2001. Synthèse des études post-récolte réalisées au cours des campagnes 1999-2000 et 2000-2001. Rapport d'étude, convention CNIA/CIRAD 01/07/99.
- Hincelin, E. 2000. Synthèse des études post-récolte réalisées en collaboration avec la Novasen S.A. au cours de la campagne agricole 1999/2000. Rapport d'étude, convention CNIA/CIRAD 01/07/99.
- Nahdi, S. 1996. Drought stress and preharvest seed invasion of selected groundnut genotypes by *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination. *Indian Phytopathology*. **49**(1) : 52-56.
- Noirbusson, J.F.. 2000. Réussir la conduite de l'HACCP dans votre système qualité. ADRIA.
- Sanders T.H., Smith J.S., Lansden J.A, and Davidson J.I., 1981. Peanut quality changes associated with deficient warehouse storage. *Peanut Sciences*. **8** :121-124.
- Smith J.S., and Davidson J.I., 1982. Psychrometrics and kernel moisture content as related to peanut storage. *Transactions of the ASAE*. **25** : 231-236.
- Smith J.S., and Sanders T.H., 1991. Moisture content and storage system effects on peanut quality and milling parameters. *Oléagineux*. **46** :121-124.
- Smith J.S., Davidson J.I., Sanders T.H., and Cole R.J., 1984. Overspace environment in mechanically and naturally ventilated peanut storages. *Peanut Sciences*. **11** :46-49.
- Wilson, D.M., and Stansell, J.R. 1983. Effect of irrigation regimes on aflatoxin contamination of peanut pods. *Peanut Sciences*. **10** : 54-56.

7. ANNEXES

1. Grilles d'analyse techniques des gousses et graines
2. Rendement et qualité de la récolte de la variété 55-437
3. Rendement et qualité de la récolte de la variété 78-936
4. Rendement et qualité de la récolte de la variété H75-0
5. Rendement et qualité de la récolte de la variété 57-422
6. Rendement et qualité de la récolte de la variété ICGV 97041
7. Rendement et qualité de la récolte de la variété ICGV 97047
8. Rendement et qualité de la récolte de la variété ICGV 97049
9. Rendement et qualité de la récolte de la variété ICGV 97052
10. Rendement et qualité de la récolte de la variété ICGV 97085
11. Etude HACCP de l'usine de décortilage Novasen Lindiane
12. Etude HACCP de l'usine de décortilage Sonacos Louga

Tableau 3. Exemple de cahier des charges ARB

	UK	MARS
Eclats et/ou graines cassées	< 3%	< 5%
Graines endommagées (dont moisissure, pourriture, germination, fentes dues à des insectes, saleté et décoloration en surface)	< 0.5%	
Graines endommagées (dont décoloration importante, saleté, dommages causés par le gel/une machine, germination)		< 2%
Moisissure		< 0.1%
Dommages d'insectes		< 0.1%
Arachides racornies		< 1%
Graines partiellement dépelliculées	< 3%	< 3%
Matières étrangères (dont arachides non décortiquées)	1# / 100kg	10# / 100kg
Autres variétés	< 1%	< 1%
Humidité (four à air, T°=130°C, 2 heures)	5-7%	6-8%
Acides gras libres	< 0.75%	< 0.5%
Peroxyde	< 1µg/kg	
Aflatoxines totale	4 ppb	4 ppb
Aflatoxines B1		3 ppb
Résidus de pesticides	< 10 ppb	
Cadmium	< 50ppb	
Salmonelle	0 dans 50g	
E. coli	0 dans 10g	
Staphylococcus aureus	0 dans 1g	

Tableau 5. Hiérarchisation des critères de qualité des ARB

		EVALUATION*			ETAPE D'APPARITION	
		F	G	ND	Production	Tranformation
1	Aflatoxines	2	3	3	X	X
2	Graines endommagées (défauts majeurs)	2	3	2	X	X
3	Humidité	1	3	3		X
4	Résidus de pesticides	1	3	3	X	
	Cadmium	1	3	3	X	
	Salmonelle	1	3	3		X
	E. coli	1	3	3		X
	Staphylococcus aureus	1	3	3		X
5	Matières étrangères	1	3	2		X
	Graines partiellement dépelliculées (défauts mineurs)	3	2	1		X
	Eclats et/ou graines cassées (défauts mineurs)	3	2	1		X
6	Autres variétés	2	2	1	X	
	Acides gras libres	1	2	2		X
	Peroxyde	1	2	2		X

(* Fréquence (F), Gravité (G), Non détectabilité (ND))

Figure 8. Grades des graines HPS - Fleur 11

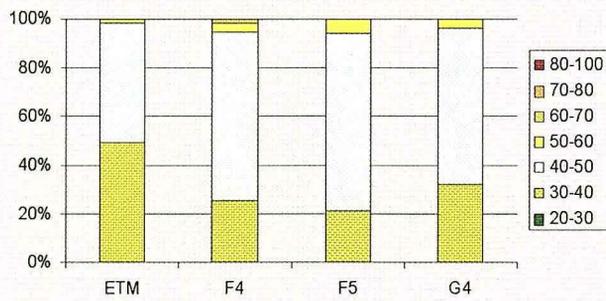


Figure 9. Grades des graines HPS - GH 119-20

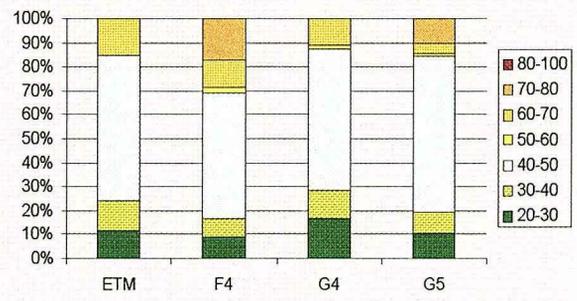


Figure 10. Trajectoires hydriques Fleur 11

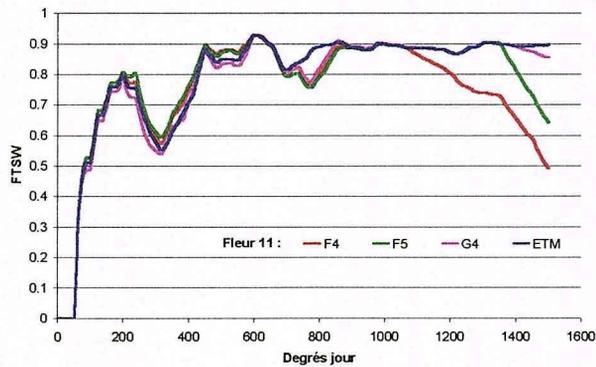


Figure 11. Trajectoires hydriques GH 119-20

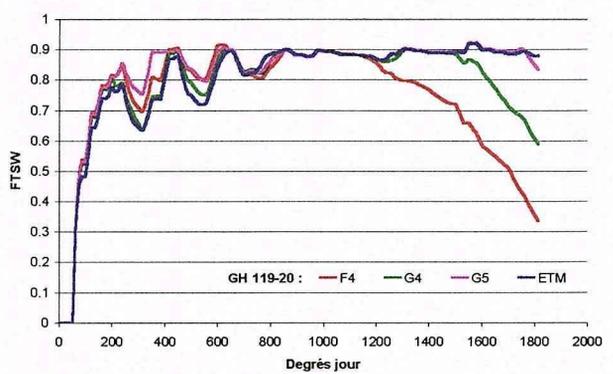


Figure 12. LAI Fleur 11

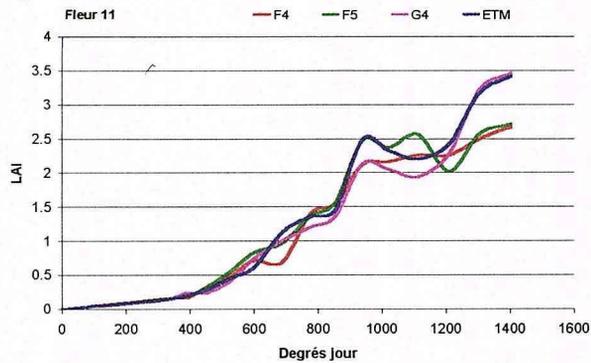


Figure 13. LAI GH 119-20

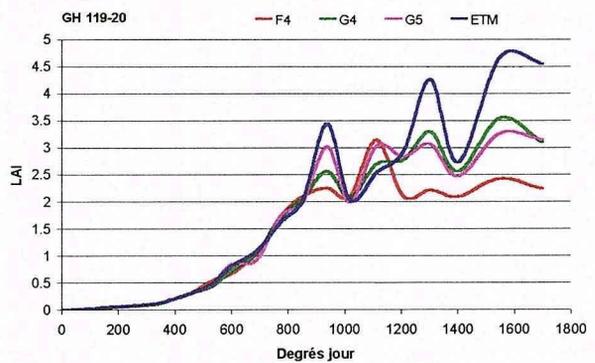


Figure 14. Longueur tige principale Fleur 11

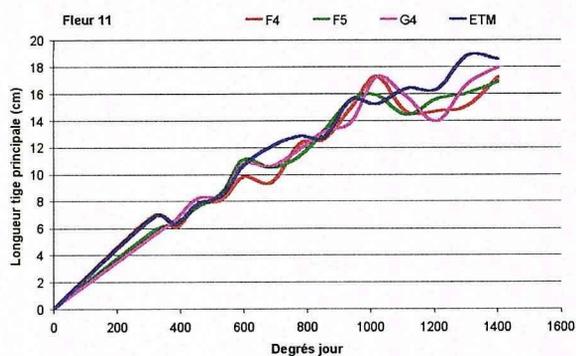


Figure 15. Longueur tige principale GH 119-20

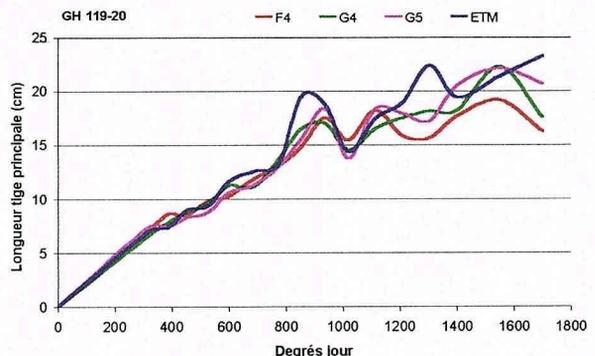


Figure 6. Maturation des 30 premiers sites fructifères de Fleur 11 ETM et G4

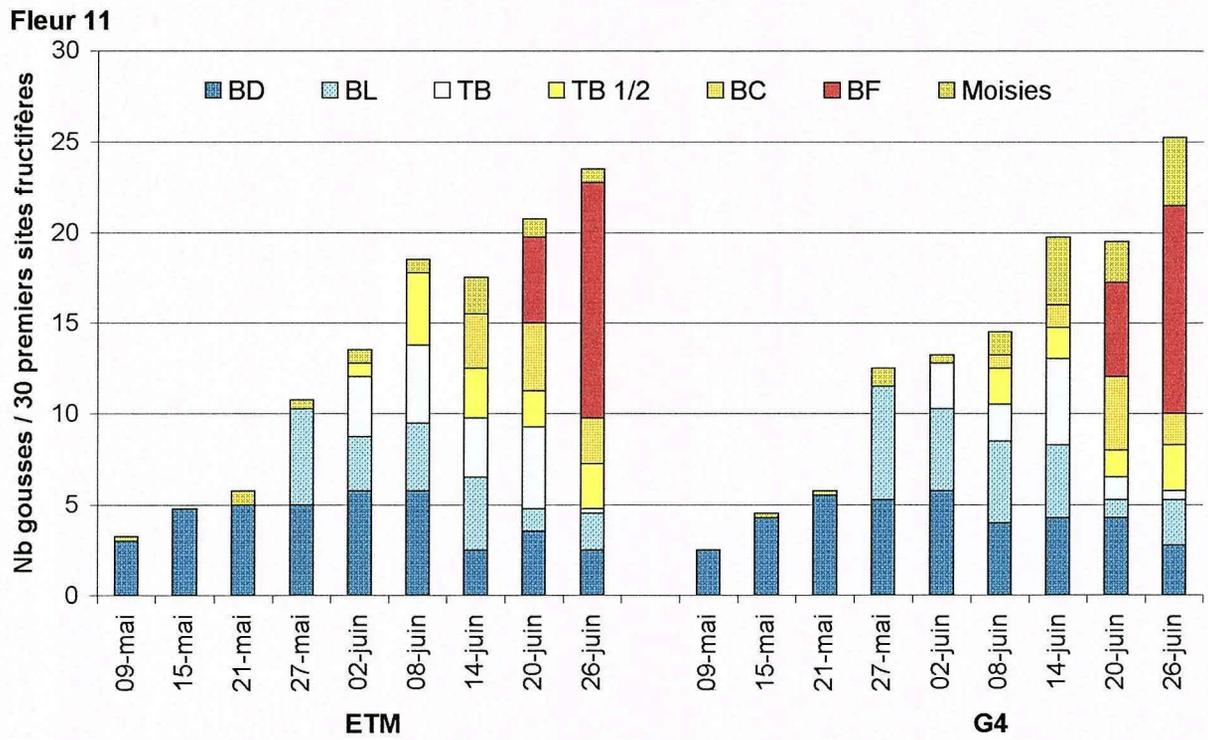


Figure 7. Maturation des 30 premiers sites fructifères de GH 119-20 ETM et G4

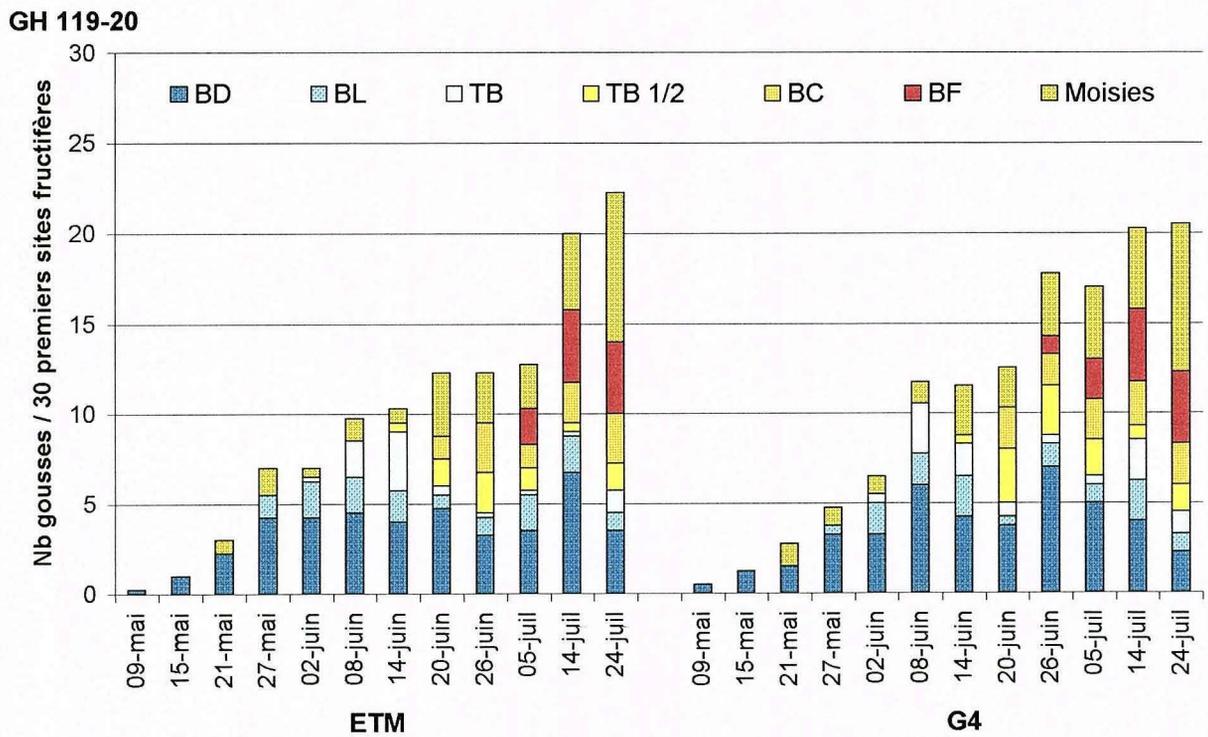


Figure 17. Température horaire de la géocarposphère sur les 40 derniers jours du cycle de développement de GH 119-20 en régime hydrique F4, G5 et ETM

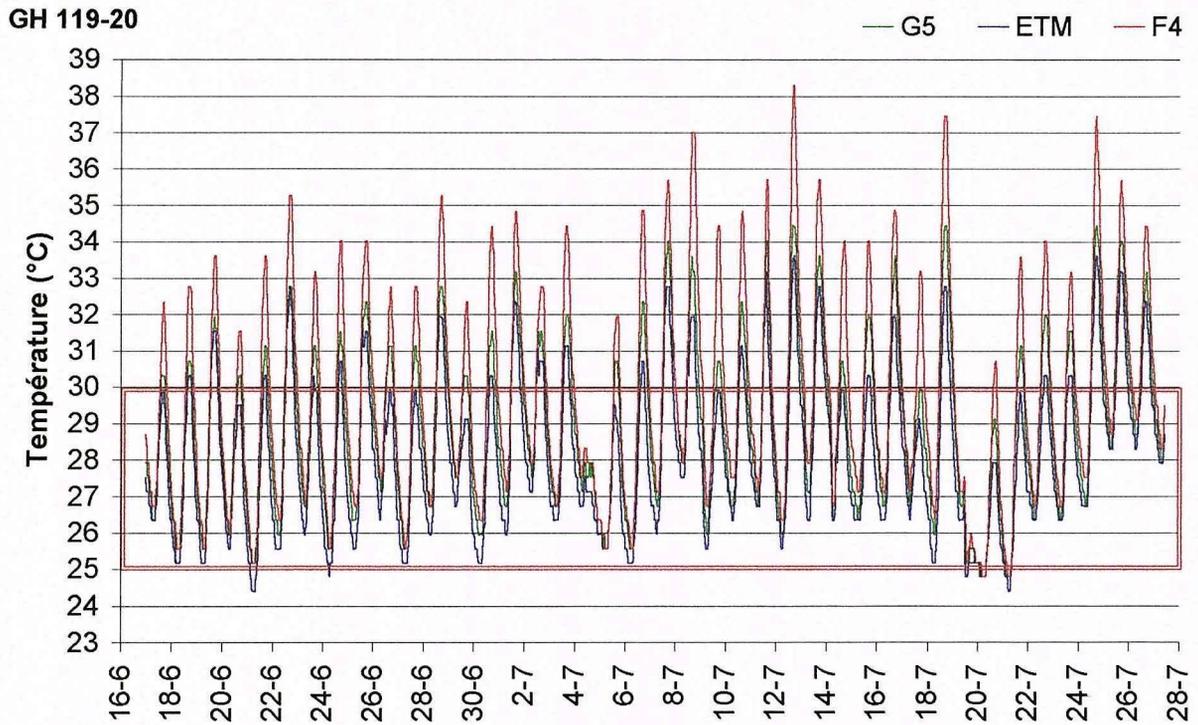


Figure 18. Température moyenne journalière de la géocarposphère de GH 119-20 en régime hydrique F4, G5 et ETM.

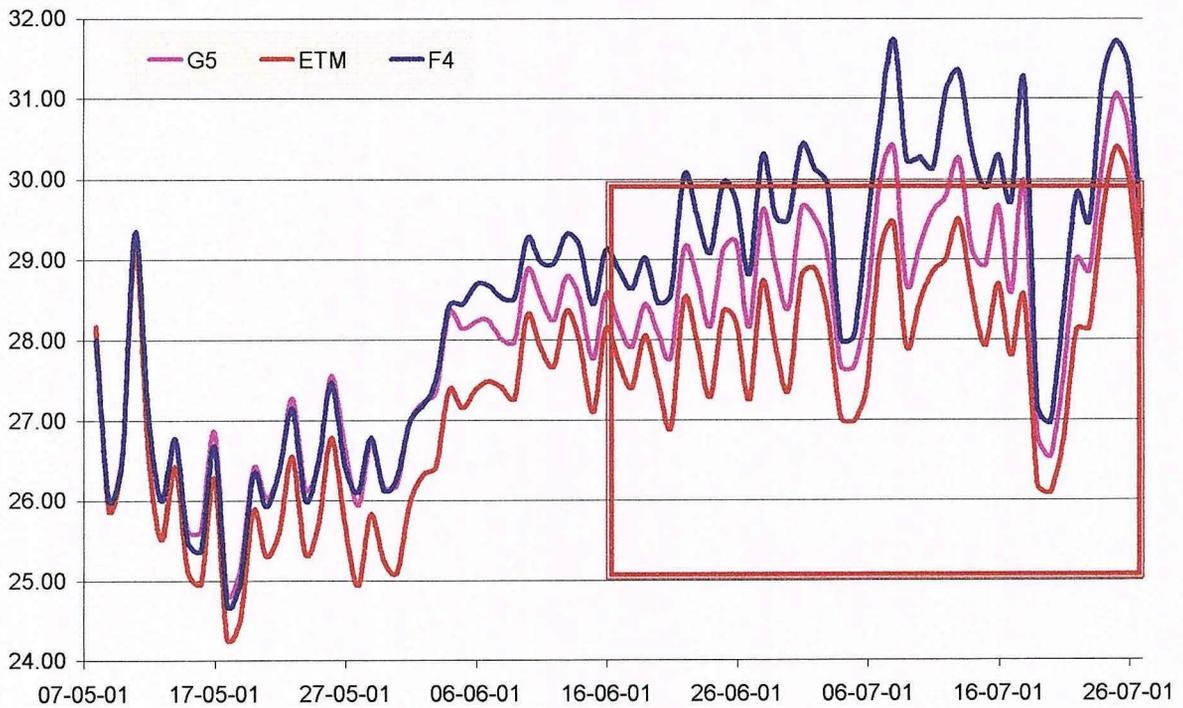


Tableau 17. Coût de production paysanne d'arachide en culture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal (CFA/ha – Fleur 11)

	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
INTRANTS ET AMORTISSEMENTS			
Préparation du sol	18 000	10 000	34 400
Gousses (120kg*300CFA)	36 000	36 000	36 000
Traitement semences	2 000	2 000	2 000
Engrais NPK (150kg*180CFA)	27 000	27 000	27 000
Engrais Urée (60kg*140CFA)	8 400	8 400	8 400
Phytosanitaires	6 800	6 800	6 800
Gasoil	57 000	80 000	122 760
Amortissement équipement	400 000	178 000	50 000
<i>Sous-total</i>	<i>555 200</i>	<i>348 200</i>	<i>287 360</i>
MAIN D'ŒUVRE			
Décorticage, tri semences	30 000		
Semis	37 500	5 000	27 000
Epannage engrais	2 500		
Binages x2	40 000	10 000	40 000
Récolte	62 500		126 000
Egoussage	60 000	60 000	
Irrigation			
Permanents	75 000	90 000	90 000
<i>Sous-total</i>	<i>307 500</i>	<i>165 000</i>	<i>283 000</i>
Total	862 700	513 200	570 360

Tableau 18. Marge brute en production paysanne d'arachide en culture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal (CFA/ha – Fleur 11)

	CFA/kg	%	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
Gousses en vert	300	100	1 590 000	1 249 200	694 200
Fanes	50		195 400	122 000	296 650
Total			1 785 400	1 371 200	990 850
Marge			922 700	858 000	420 490
Semences	180	100	524 700	412 236	229 086
Fanes	50		195 400	122 000	296 650
Total			720 100	534 236	525 736
Marge		-	142 600	21 036	44 624
Gousses en vert	300	50	795 000	624 600	347 100
Semences	180	50	262 350	206 118	114 543
Fanes	50		195 400	122 000	296 650
Total			1 252 750	952 718	758 293
Marge			390 050	439 518	187 933
Gousses en vert	300	50	795 000	624 600	347 100
Gousses ARB	135	50	196 763	154 589	85 907
Fanes	50		195 400	122 000	296 650
Total			1 187 163	901 189	729 657
Marge			324 463	387 989	159 297

Photo 1. Evolution des parcelles d'essai en contre-saison 2001 (variétés Fleur 11 et GH 119-20)

Fleur 11

GH 119-20

12 Avril 2001



4 Mai 2001



8 Juin 2001



Figure 28. Grades des graines HPS – 55-437

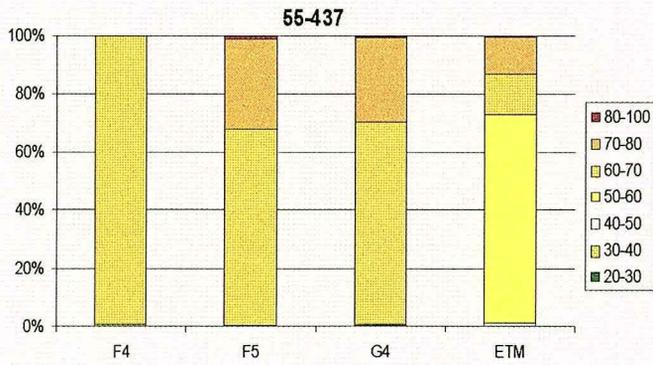


Figure 29. Grades des graines HPS – H 75-0

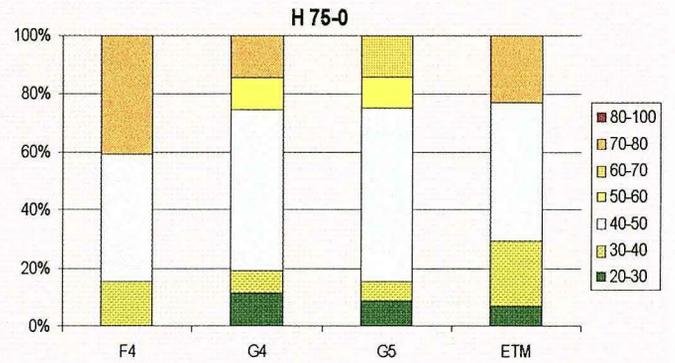


Figure 30. Grades des graines HPS – 57-422

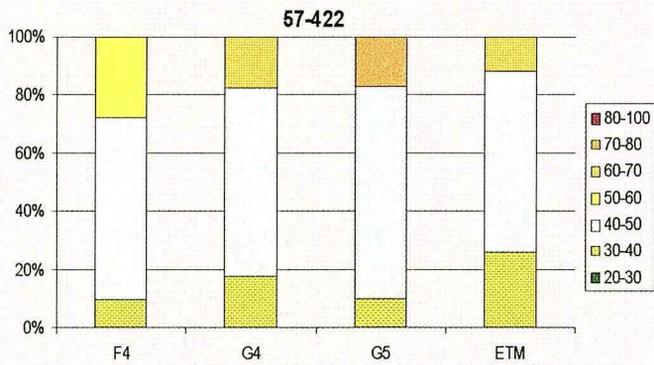


Figure 31. Grades des graines HPS – ICGV 97041

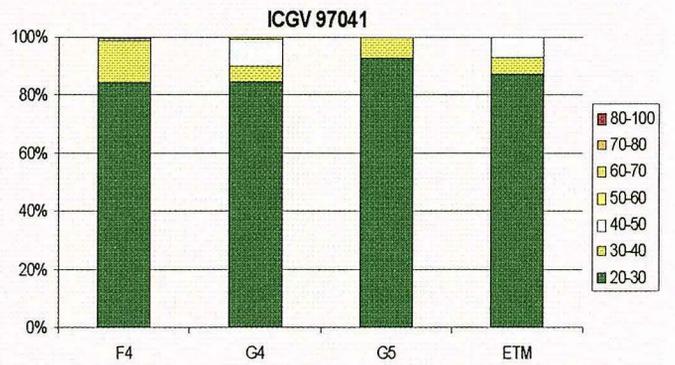


Figure 32. Grades des graines HPS – ICGV 97047

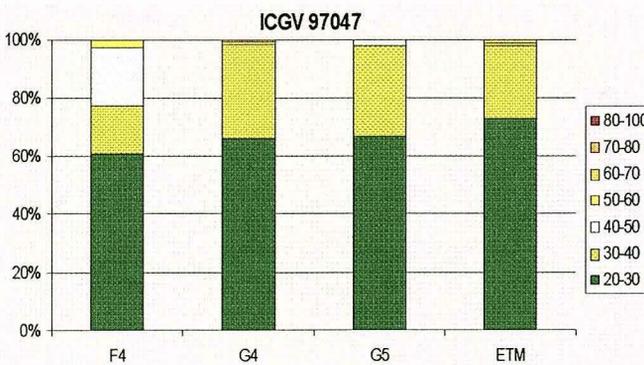


Figure 33. Grades des graines HPS – ICGV 97049

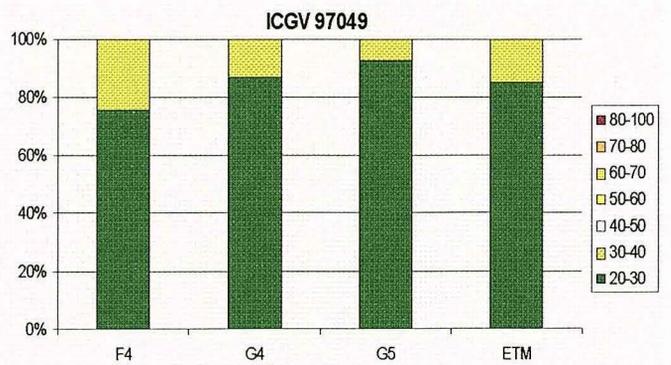


Figure 34. Grades des graines HPS – ICGV 97052

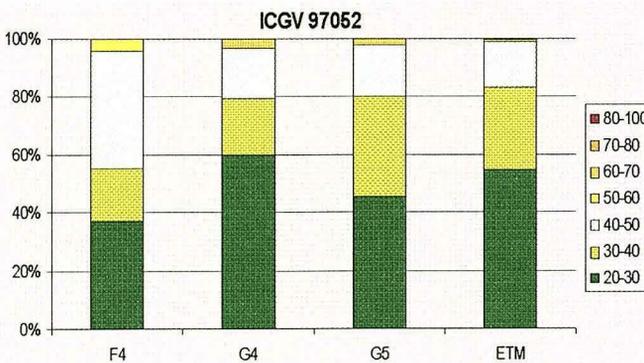


Figure 35. Grades des graines HPS – ICGV 97065

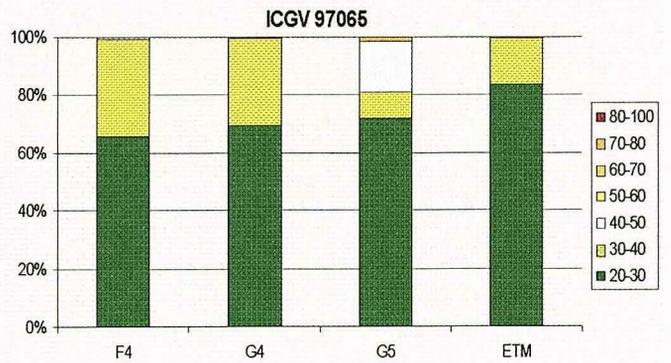


Figure 41. Imbibition des graines (% poids initial)

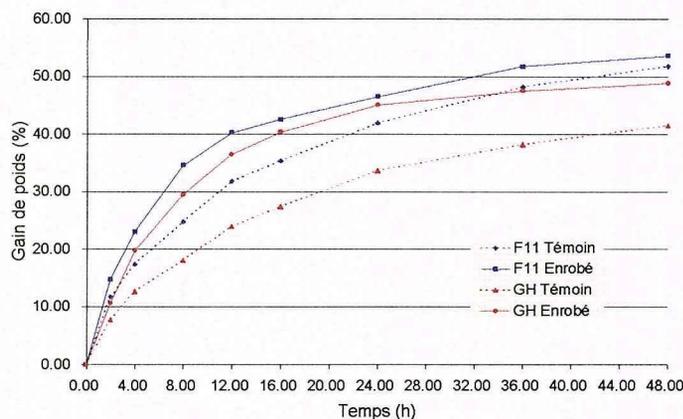


Figure 42. Vitesse d'imbibition des graines (g/h)

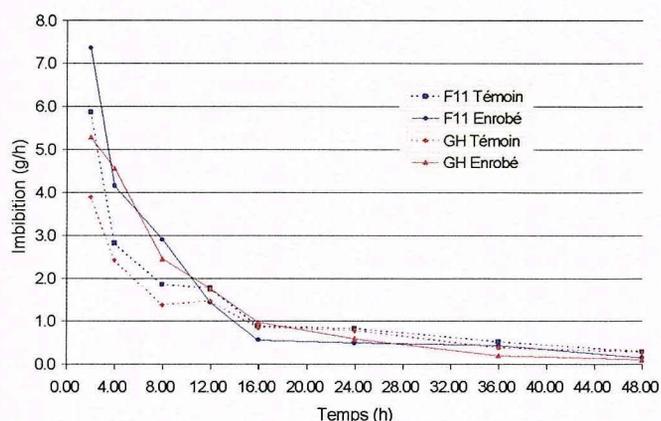


Tableau 24. Germination en laboratoire des graines de Fleur 11

FLEUR 11	Faculté germinative	Energie germinative
Témoin non traité	82.8±7.5 a	196±17 a
Poudrage Granox Thiram	87.3±4.7 a	239±13 b
Poudrage Granox Captafol	88.0±6.7 a	235±22 b
Enrobage Granox Thiram	80.0±4.9 a	210±10 a

Tableau 25. Germination en laboratoire des graines de GH 119-20

GH 119-20	Faculté germinative	Energie germinative
Témoin non traité	32.7±5.9 a	71±10 a
Poudrage Granox Thiram	64.7±5.9 b	145±10 b
Poudrage Granox Captafol	59.3±8.9 b	128±16 b
Enrobage Granox Thiram	50.7±10.3 ab	112±28 ab

Tableau 26. Levée des graines de Fleur 11

FLEUR 11	% de levée		
	J+12	J+22	J+34
Témoin non traité	53.8±4.4 a	54.0±4.2 a	48.0±3.7 a
Poudrage Granox Thiram	76.0±3.6 b	82.5±3.0 b	81.1±2.4 b
Poudrage Granox Captafol	76.5±5.4 b	80.2±4.7 b	77.8±4.3 bc
Enrobage Granox Thiram	70.9±7.1 b	76.1±5.2 b	72.3±5.1 c

Tableau 27. Levée des graines de GH 119-20

GH 119-20	% de levée		
	J+12	J+22	J+34
Témoin non traité	7.27±1.2 a	6.51±2.9 a	4.76±2.4 a
Poudrage Granox Thiram	45.7±2.8 c	47.9±4.2 b	44.7±4.1 b
Poudrage Granox Captafol	37.0±5.4 b	39.8±5.1 b	37.8±5.5 b
Enrobage Granox Thiram	39.8±7.1 bc	41.6±9.4 b	37.8±7.4 b

Photo 2. Evolution des parcelles paysannes en contre-saison 2001 (variétés Fleur 11)

4 Mai 2001



8 Juin 2001



Figure 19. Longueur de tige principale (Fleur 11)

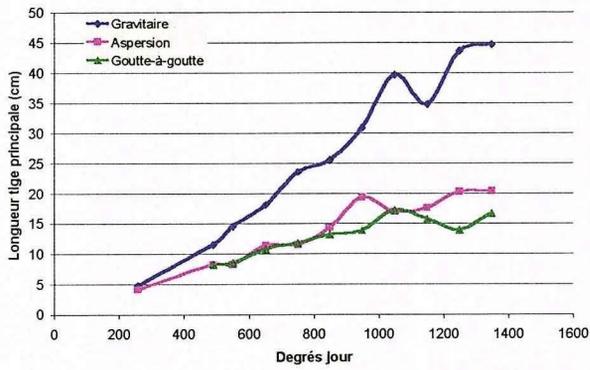


Figure 20. LAI (Fleur 11)

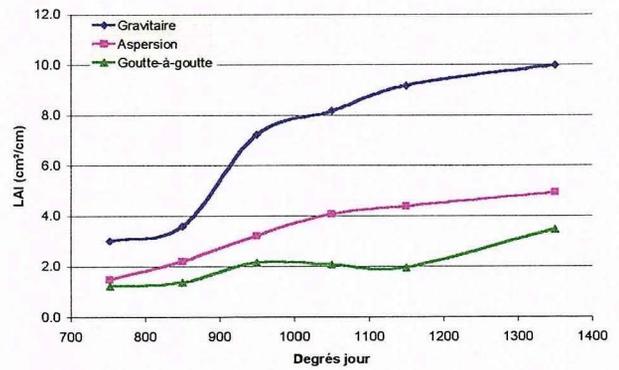


Figure 36. Cycle de floraison des variétés de type spanish en hivernage au fleuve

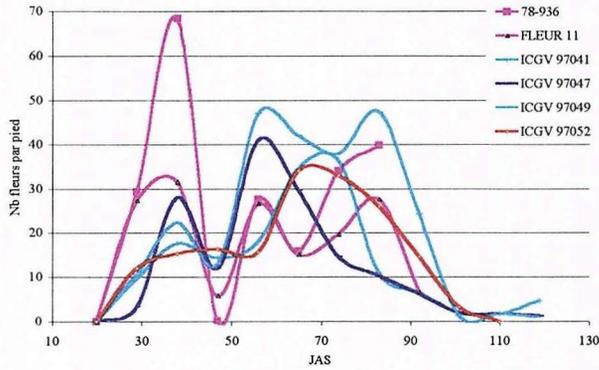


Figure 37. Cycle de floraison des variétés de type virginia en hivernage au fleuve

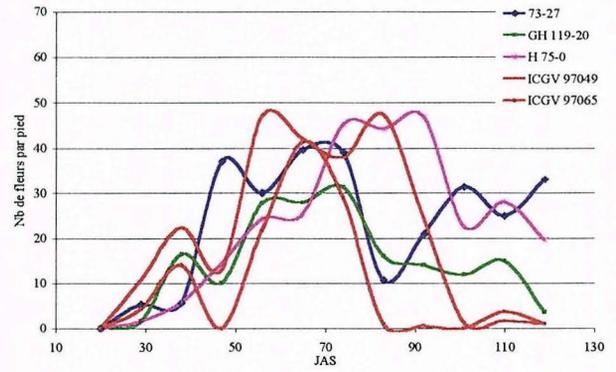


Figure 38. Grades des variétés testées en hivernage au fleuve

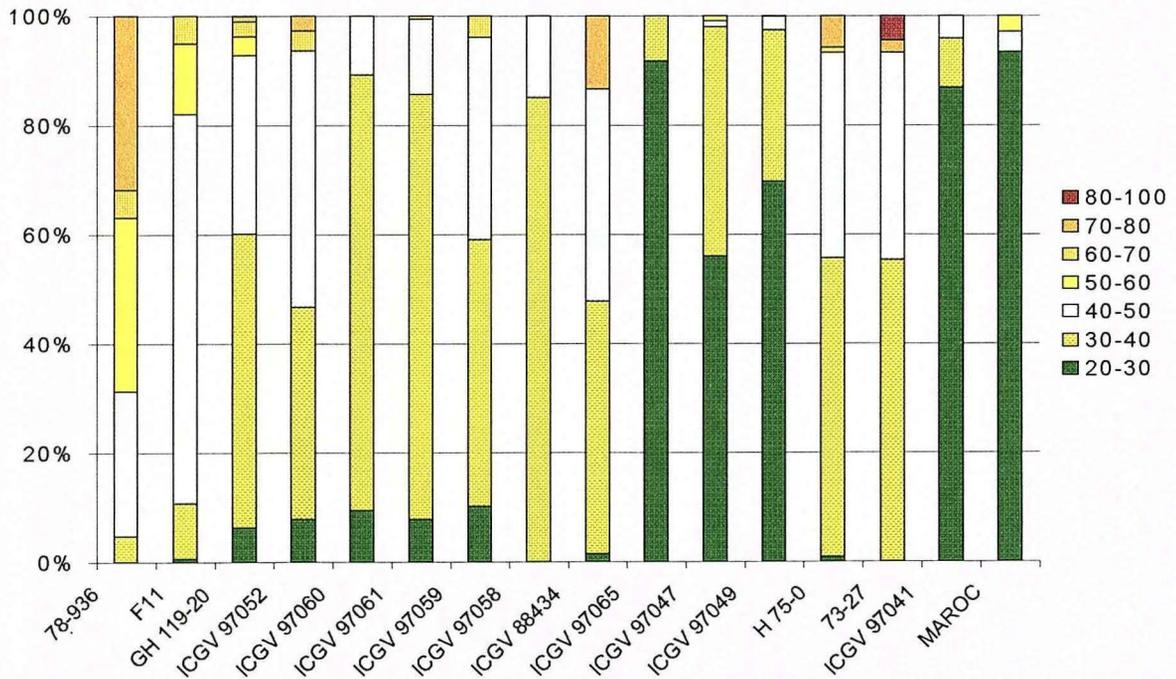


Figure 39 Comparaison des niveaux de contamination par la cercosporiose sur les variétés de type spanish cultivées au fleuve en hivernage

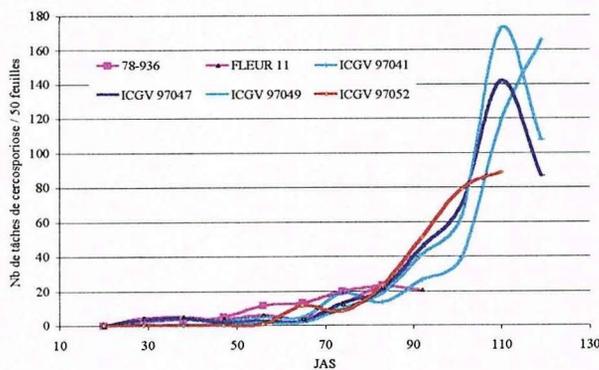


Figure 40 Comparaison des niveaux de contamination par la cercosporiose sur les variétés de type valencia cultivées au fleuve en hivernage

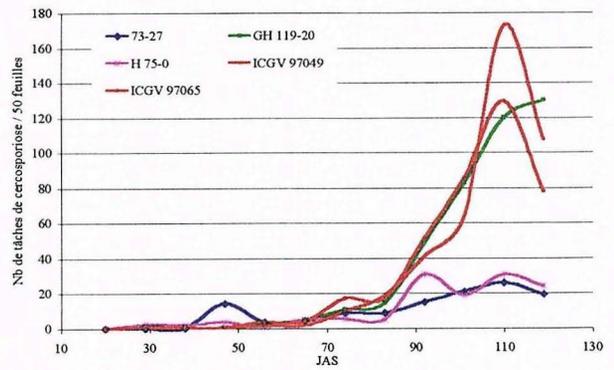


Tableau 11. Qualité physique et sanitaire des gousses et graines de Fleur 11 en contre-saison

Régime Hydrique	F4	F5	G4	ETM
Gousses :				
- Moisies (%)	2.97 ± 0.59 a	3.09 ± 0.79 a	3.34 ± 2.28 a	3.27 ± 2.19 a
- Bout noir (%)	2.99 ± 2.63 a	4.74 ± 2.18 a	1.98 ± 2.89 a	3.52 ± 2.92 a
- Tachées (%)	32.8 ± 13.4 a	37.1 ± 5.52 a	40.7 ± 11.6 a	39.0 ± 3.80 a
- Immatures (%)	19.1 ± 2.75 a	8.9 ± 5.19 a	22.2 ± 13.4 a	16.2 ± 4.62 a
- Attaquées (%)	3.54 ± 1.48 a	5.23 ± 1.94 a	3.95 ± 1.25 a	5.98 ± 1.35 a
- Eclatées (%)	5.59 ± 2.11 a	6.93 ± 4.75 a	5.94 ± 2.62 a	7.63 ± 2.99 a
Graines :				
- Moisies (%)	6.29 ± 1.08 a	4.57 ± 0.91 a	6.13 ± 1.40 a	6.18 ± 2.16 a
- Attaquées (%)	0.51 ± 0.37 a	0.71 ± 0.46 a	0.35 ± 0.25 a	0.56 ± 0.26 a
- Ridées (%)	42.4 ± 3.88 a	37.5 ± 4.13 a	33.2 ± 5.74 a	29.7 ± 9.08 a
- Germées (%)	0.14 ± 0.32 a	0.03 ± 0.04 a	0.08 ± 0.09 a	0.61 ± 0.60 a
- HPS (%)	50.6 ± 3.22 a	57.2 ± 3.32 ab	60.3 ± 5.75 ab	63.0 ± 6.93 b
Rendement	68.7 ± 2.93 a	69.9 ± 2.22 a	68.3 ± 1.47 a	70.9 ± 1.78 a
décortilage (%)				

Tableau 12. Qualité physique et sanitaire des gousses et graines de GH 119-20 en contre-saison

Régime Hydrique	F4	G4	G5	ETM
Gousses :				
- Moisies (%)	5.17 ± 3.21 a	6.23 ± 2.68 a	4.63 ± 1.92 a	4.45 ± 0.71 a
- Bout noir (%)	0.89 ± 0.42 a	2.03 ± 1.39 a	1.89 ± 0.92 a	1.51 ± 0.46 a
- Tachées (%)	16.5 ± 14.9 a	20.0 ± 6.71 a	21.9 ± 1.51 a	27.4 ± 6.16 a
- Immatures (%)	62.6 ± 20.7 a	57.3 ± 4.16 a	55.2 ± 6.26 a	50.7 ± 5.07 a
- Attaquées (%)	8.01 ± 4.99 a	9.30 ± 2.89 a	7.71 ± 2.38 a	11.7 ± 2.41 a
- Eclatées (%)	6.65 ± 1.70 a	3.30 ± 1.02 ab	5.71 ± 3.10 ab	2.31 ± 0.78 b
Graines :				
- Moisies (%)	8.28 ± 0.28 a	9.21 ± 0.27 ab	9.37 ± 3.05 ab	11.5 ± 0.35 b
- Attaquées (%)	0.82 ± 0.49 a	0.07 ± 0.06 b	0.06 ± 0.05 b	0.01 ± 0.03 b
- Ridées (%)	53.6 ± 3.93 a	47.2 ± 3.47 a	54.2 ± 3.61 a	44.2 ± 9.31 a
- Germées (%)	0.04 ± 0.08 a	0.02 ± 0.03 a	0.23 ± 0.11 b	0.03 ± 0.03 a
- HPS (%)	37.2 ± 4.12 a	39.9 ± 3.19 a	37.9 ± 3.19 a	44.3 ± 6.40 a
Rendement	60.7 ± 7.2 a	65.2 ± 4.32 a	63.4 ± 9.94 a	58.2 ± 4.52 a
décortilage (%)				

Tableau 15. Composantes du rendement et rendements des essais paysans (variété Fleur 11 – contre-saison)

	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
Densité (pieds/ha)	130000 ± 4249	65000	100000
Nb gousses/pieds	22.9 ± 1.28 a	60.2 ± 16.1 b	37.2 ± 11.3 ab
Nb graines/gousses	1.32 ± 0.12 a	1.55 ± 0.13 a	1.36 ± 0.16 a
Poids 100 graines	47.5 ± 2.38 a	47.6 ± 2.82 a	41.1 ± 2.30 b
Graines HPS (%)	60.3 ± 5.75 a	55.3 ± 2.24 a	53.3 ± 3.82 a
Gousses (kg/ha)	2906 ± 137.8 a	2000 ± 442.0 b	1400 ± 149.1 c
Graines (kg/ha)	1984.8 ± 91.7 a	1348 ± 255.0 b	959.6 ± 133.9 c
Graines HPS (kg/ha)	1198 ± 145.0 a	745.3 ± 121.2 b	527.6 ± 46.5 c
Fanes (kg/ha)	4083 ± 401.0 a	2440 ± 270.0 b	5933 ± 1158 c

Tableau 16. Analyse technologique des productions en essai paysan (variété Fleur 11 – contre-saison)

	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
Gousses :			
- Moisies (%)	3.34 ± 2.28 a	0.51 ± 0.29 b	1.63 ± 1.38 ab
- Bout noir (%)	1.98 ± 2.89 ab	0.35 ± 0.25 b	4.53 ± 1.88 a
- Tachées (%)	40.7 ± 11.6 a	40.5 ± 14.4 a	24.0 ± 10.6 a
- Immatures (%)	22.2 ± 13.4 a	39.9 ± 7.80 b	29.1 ± 4.63 ab
- Attaquées (%)	3.95 ± 1.25 a	3.47 ± 2.54 a	0.33 ± 0.22 b
- Eclatées (%)	5.94 ± 2.62 a	3.64 ± 2.49 a	3.13 ± 3.30 a
Graines :			
- Moisies (%)	6.13 ± 1.40 a	1.63 ± 0.50 b	1.50 ± 1.09 b
- Attaquées (%)	0.35 ± 0.25 a	0.00 b	0.05 ± 0.05 b
- Ridées (%)	33.2 ± 5.74 a	42.8 ± 2.70 b	43.1 ± 2.91 b
- Germées (%)	0.08 ± 0.09 a	0.08 ± 0.04 a	0.01 ± 0.03 a
- HPS (%)	60.3 ± 5.75 a	55.3 ± 2.24 a	53.3 ± 3.82 a
Rendement	68.3 ± 1.47 a	67.9 ± 4.51 a	66.5 ± 4.46 a
décorticage (%)			

Figure 22. Maturation des 30 premiers sites fructifères (Fleur 11)

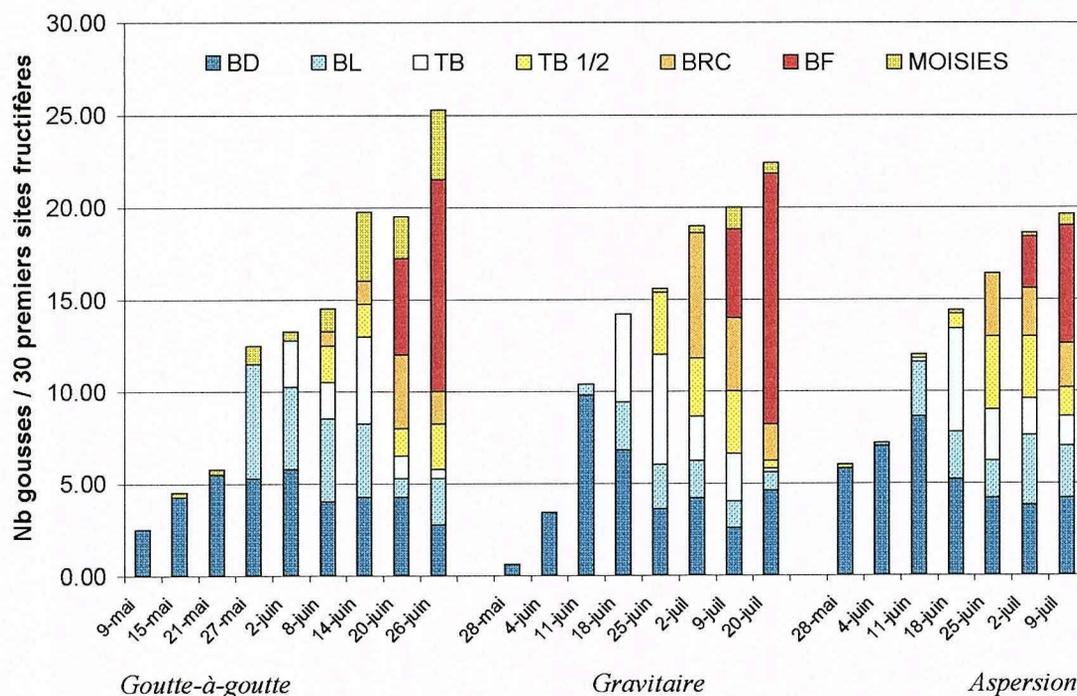


Tableau 19. Composantes du rendement et rendements des essais paysans (variété Fleur 11 – hivernage)

	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
Densité (pieds/ha)	103700±11379 a	82700±7678 b	121143±19443 a
Nb gousses/pieds	31.7±4.09 a	17.7±2.66 b	19.1±5.17 b
Nb graines/gousses	1.48±0.18 a	1.36±0.10 a	1.43±0.17 a
Poids 100 graines	43.7±4.08 a	41.6±3.65 a	42.8±4.76 a
Gousses (kg/ha)	3570±499 a	966±160 b	1727±228 c
Graines (kg/ha)	2260±419 a	594±112 b	1154±137 c
Graines HPS (kg/ha)	1343±327 a	388±98.1 b	696±79.1 c
Fanes (kg/ha)	3457±662 a	2605±360 b	4045±599 a

Tableau 20. Analyse technologique des productions en essai paysan (variété Fleur 11 – hivernage)

	Goutte-à-goutte	Aspersion	Gravitaire
Gousses :			
- Intactes (%)	44.8±12.1 a	42.2±13.5 a	46.8±10.1 a
- Moisies (%)	0.81±0.63 ab	0.37±0.16 b	1.61±1.02 a
- Attaquées (%)	4.57±1.59 a	9.85±4.88 b	2.65±2.54 a
- Scarifiées (%)	2.10±1.59 a	2.14±1.31 a	1.26±0.76 a
- Immatures (%)	31.4±10.0 a	41.8±8.16 ab	43.9±10.4 b
Graines :			
- Moisies (%)	3.56±1.53 a	2.77±1.33 a	4.02±1.73 a
- Attaquées (%)	0.05±0.08 a	0.11±0.11 a	0.33±0.73 a
- Ridées (%)	35.2±4.51 a	30.7±4.63 a	34.1±4.79 a
- HPS (%)	58.7±5.50 a	63.8±4.53 a	60.4±6.59 a
Rendement	63.2±5.83 a	61.4±3.61 a	67.0±1.54 a
décorticage (%)			
Poids de 100 graines	63.2±4.80 a	60.7±3.93 a	58.5±5.94 a
HPS (g)			

Figure 26. Maturation des gousses d'arachides en fonction du mode d'irrigation en hivernage au fleuve (variété

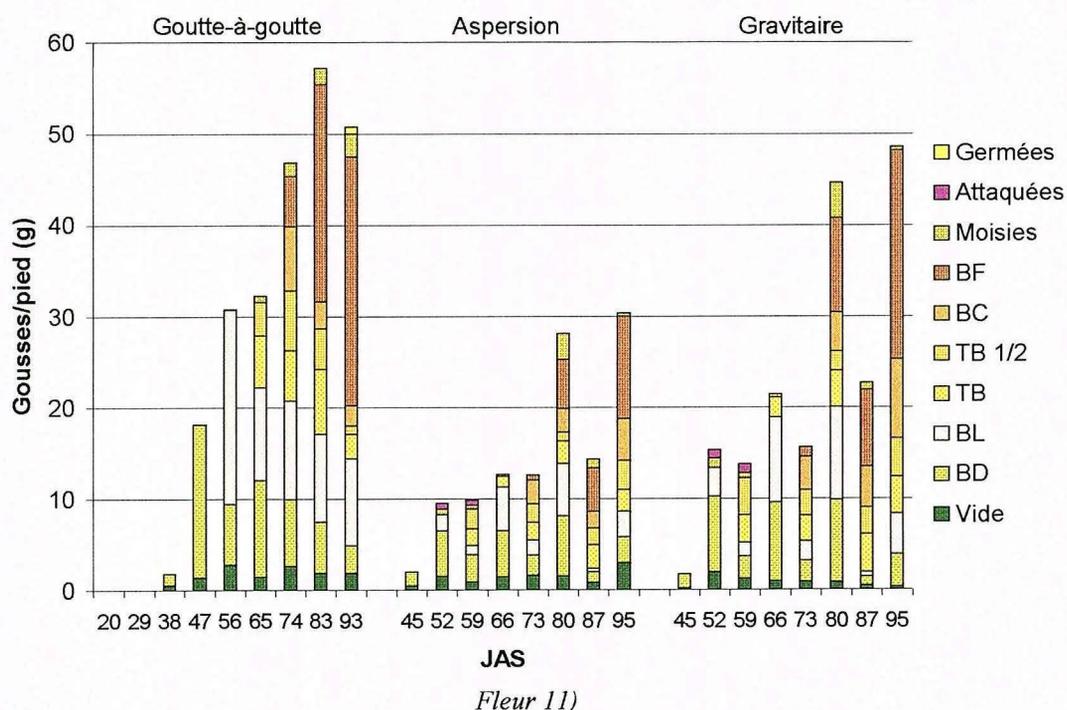


Tableau 22. Composantes du rendement en hivernage avec irrigation d'appoint.

Kg/ha	Densité (pieds/ha)	Nb de gousses / pied	Nb de graines / gousse	Poids de 100 graines
Cycle court				
Fleur 11	103700±11379	31.7±4.08	1.48±0.18	43.7±4.10
78-936	108400±16224	43.0±4.55	1.19±0.10	41.8±2.94
Cycle long				
GH 119-20	75600±14018	25.6±4.95	0.76±0.11	48.1±4.36
H 75-0	108400±5862	19.6±3.67	0.87±0.28	55.1±7.67
73-27	30000±2108	40.2±10.1	0.85±0.12	49.5±5.50
ICGV 88434	24667±5206	39.0±9.45	0.96±0.18	44.0±6.15
ICGV 97041	73600±6300	25.3±3.55	1.04±0.14	61.6±2.37
ICGV 97047	75200±9631	17.7±4.53	1.17±0.08	56.4±5.97
ICGV 97049	59867±9666	24.1±5.33	1.28±0.19	66.3±2.16
ICGV 97052	112000±8300	22.3±5.23	0.87±0.14	50.9±7.22
ICGV 97058	28667	25.6	0.61	50.8
ICGV 97059	38667	46.5	0.96	35.5
ICGV 97060	41333	30.5	1.57	57.8
ICGV 97061	36000	28.7	1.04	58.4
ICGV 97065	108000±13976	16.4±2.49	1.17±0.07	51.3±4.18
Marocaine	34667±5913	22.1±3.57	0.99±0.04	47.4±7.29

Tableau 23. Rendements en gousses, graines et fanes en hivernage avec irrigation d'appoint.

Kg/ha	Gousses vertes	Gousses séchées	Graines	Graines HPS	Fanes
Cycle court					
Fleur 11	4935±714	3570±499	2260±419	1343±327	3456±662
78-936	6547±918	3496±402	2346±344	794±175	1900±262
Cycle long					
GH 119-20	2599±415	1689±270	907±142	409±74.9	5784±573
H 75-0	2396±334	1557±217	951±154	466±113	6093±672
73-27	1428±193	928±133	513±86	260±44	3927±804
ICGV 88434	1389±46	903±33	552±103	247±5.8	3233±285
ICGV 97041	3917±785	2546±541	1378±263	596±151	5160±286
ICGV 97047	2400±226	1560±156	925±88	410±96	4687±243
ICGV 97049	2927±673	1902±464	1178±322	591±163	3780±352
ICGV 97052	3207±449	2084±292	1230±139	719±76.6	5353±319
ICGV 97058	1233	802	350	52	2333
ICGV 97059	1900	1235	510	235	2600
ICGV 97060	2200	1430	901	473	2900
ICGV 97061	1800	1170	635	325	3333
ICGV 97065	2981±516	1938±336	1030±209	420±96.3	4840±334
Marocaine	1267±224	823±157	433±104	124±48	2717±148

Tableau 37. Impact du tri sur la qualité des graines (variété GH 119-20)

	Gousses tout-venant	Gousses triées
Densité (g/l)	263.3 ± 8.77 b *	276.4 ± 8.22 a
Rendement décortilage (%)	66.9 ± 1.53 b	68.9 ± 2.24 a
Rendement graines HPS (%)	41.9 ± 3.68 b	48.6 ± 4.54 a
Graines attaquées (%)	0.86 ± 0.36 b	0.02 ± 0.05 a
Graines bruchées (%)	3.47 ± 1.36 b	0.64 ± 0.54 a
Graines moisies (%)	1.74 ± 0.44 b	0.37 ± 0.27 a
Graines ridées (%)	26.0 ± 4.56 a	25.0 ± 6.03 a
Graines splitées (%)	2.93 ± 0.71 b	1.53 ± 0.66 a
Défauts majeurs (attaquées + bruchées + moisies) (%)	6.06 ± 1.35 b	1.04 ± 0.57 a

(* Sur une même ligne, les données suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P=95%))

Tableau 38. Faisabilité technique du tri des gousses

Variété	Poids initial (kg)	Poids final (kg)	Pertes (%)	Capacité horaire (kg tout-venant/h)
Fleur 11	10.0	7.2	25	5.5
Fleur 11	10.0	7.8	34	3.6
57-422	12.0	8.5	30	5.2
GH 119-20	4.5	1.3	69	7.1
GH 119-20	4.5	1.7	61	4.7
GH 119-20	5.0	1.6	62	4.5

Tableau 39. Analyse technologique des lots d'arachide avant et après tri des gousses.

Gousses (%)	Fleur 11		GH 119-20		57 422	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
Bonnes gousses	70.2 ± 3.96	86.1 ± 1.94	20.1 ± 2.3	54.6 ± 8.8	61.1	80.5
Gousses moisies	0.45 ± 0.24	0	4.69 ± 0.22	0.43 ± 0.7	0.20	0.20
Gousses cassées	2.83 ± 0.42	0.43 ± 0.09	0	0	10.4	4.50
Gousses scarifiées	0.70 ± 0.11	0	0.97 ± 0.37	0.66 ± 0.67	1.50	0.10
Gousses attaquées	3.90 ± 0.50	1.07 ± 0.37	2.20 ± 0.54	2.40 ± 1.72	1.80	0.80
Bouts noirs	1.39 ± 0.45	0	2.68 ± 0.97	0.45 ± 0.35	2.20	0
Gousses immatures	20.2 ± 2.65	12.0 ± 2.20	69.2 ± 2.05	41.3 ± 9.1	15.2	6.20
Défauts majeurs	5.05 ± 0.85	1.07 ± 0.37	7.87 ± 0.08	3.5 ± 1.99	3.90	1.10
Défauts mineurs	24.4 ± 3.52	12.4 ± 2.29	71.9 ± 2.2	41.8 ± 1.99	27.8	10.7

Tableau 40. Impact du tri des gousses sur la qualité des graines.

Graines (%)	Fleur 11		GH 119-20		57 422	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
Rendement graines tout-venant	59.7 ± 0.79	63.9 ± 0.64	61.7 ± 1.87	71.8 ± 0.36	74.2	79.9
Graines HPS	30.5 ± 11.0	42.1 ± 2.90	26.5 ± 6.9	38.3 ± 6.6	46.2	52.0
Graines moisies	1.91 ± 0.7	0.40 ± 0.18	10.0 ± 3.08	9.9 ± 4.1	3.47	1.39
Graines bruchées	0.04 ± 0.05	0	0	0	0.03	0
Graines attaquées	0	0	0.1 ± 0.17	0	0.04	0
Graines ridées	57.0 ± 10.5	47.5 ± 0.79	40.8 ± 13.7	32.9 ± 14	48.0	43.0
Graines décolorées	3.18 ± 0.2	2.97 ± 0.36	8.1 ± 8.7	3.49 ± 0.69	1.35	3.30
Graines germées	0.10 ± 0.01	0.08 ± 0.11	0.16 ± 0.28	0	0	0
Graines abîmées	0	0	0	0	0	0
Graines splittées	0.17 ± 0.24	0.08 ± 0.01	0	0.11 ± 0.2	0.12	0.06
Graines dépelliculées	0.43 ± 0.5	0.02 ± 0.04	2.61 ± 1.2	0	0.12	0
Autres graines	6.34 ± 0.3	6.47 ± 0.9	7.28 ± 2.65	14.7 ± 8.23	0.55	0.13
Défauts mineurs	67.1 ± 11	57.1 ± 2.3	58.8 ± 3.6	51.3 ± 5.6	50.1	46.5
Défauts majeurs	1.95 ± 0.70	0.40 ± 0.12	10.1 ± 3.2	9.96 ± 4.12	3.54	1.39

Tableau 41. Evaluation économique de l'impact du tri des gousses.

	LOT INITIAL TOUT- VENANT	LOT INITIAL TRIÉ
Gousses (CFA/kg)	120.0	135.0
Nettoyage (CFA/kg)	-	-
Gousses nettoyées (CFA/kg)	120.0	135.0
Rendement décortilage (%)	69.3	72.5
Décortilage (CFA/kg)	20.0	20.0
Graines décortiquées (CFA/kg)	202.0	213.8
Tri graines (CFA/kg)	24.0	24.0
Rendement au tri HPS-semences (%)	80.7	87.6
Graines HPS (CFA/kg)	232.5	243.3

Tableau 42. Impact de la taille de l'échantillon sur l'analyse technologique (variété Fleur 11)

	Echantillon 500g	Echantillon 250g
Bonnes gousses (%)	73.2 ± 5.22 a*	72.4 ± 5.10 a
Gousses moisies (%)	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
Gousses cassées, éclatées (%)	0.43 ± 0.74 a	0.69 ± 1.21 a
Gousses scarifiées (%)	0.09 ± 0.29 a	0.07 ± 0.16 a
Gousses attaquées (%)	0.88 ± 1.05 a	0.59 ± 0.67 a
Gousses immatures (%)	25.2 ± 4.96 a	26.0 ± 4.46 a
Défauts majeurs (%)	0.98 ± 0.66 a	1.17 ± 0.83 a
Défauts mineurs (%)	25.6 ± 5.31 a	26.6 ± 4.81 a

(* Sur une même ligne, les données suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P=95%))

TABLEAU 43. RENDEMENT EN GOUSSES TOUT-VENANT ET TRIÉES

Agriculteur	Gousses tout-venant (kg/ha)	Gousses triées (kg/ha)	Gousses triés (%)
M.B. THIAM	1127	655	58%
M.W. THIAM	1145	699	61%
B. THIAM	1028	536	52%
I. SARR	1149	614	53%

Tableau 44. Impact du tri des gousses sur la qualité en milieu paysan (variété GH 119-20)

	Gousses tout-venant	Gousses triées
Gousses :		
Bonnes gousses (%)	73.3 ± 5.70 a*	91.4 ± 3.88 b
Gousses moisies (%)	3.00 ± 1.31 a	0.05 ± 0.16 b
Gousses cassées, éclatées (%)	4.24 ± 1.39 a	1.47 ± 1.37 b
Gousses scarifiées (%)	4.65 ± 2.56 a	1.16 ± 1.40 b
Gousses attaquées (%)	4.59 ± 1.70 a	2.22 ± 1.81 b
Gousses immatures (%)	8.56 ± 3.34 a	3.47 ± 2.51 b
Défauts mineurs (%)	14.2 ± 3.81 a	5.17 ± 3.18 b
Défauts majeurs (%)	13.5 ± 4.02 a	4.85 ± 2.88 b
Graines :		
Graines moisies (%)	5.01 ± 2.32 a	2.18 ± 0.86 b
Graines attaquées (%)	0.34 ± 0.68 a	0.13 ± 0.24 a
Graines ridées (%)	7.92 ± 6.11 a	5.10 ± 3.42 b
Graines HPS + semences (%)	81.8 ± 6.74 a	88.0 ± 5.09 b
Rendement décortilage (%)	71.6 ± 4.49 a	73.4 ± 4.35 a

(* Sur une même ligne, les données suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P=95%))

Figure 57. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines HPS (GH 119-20, origine parcelles optimisées)

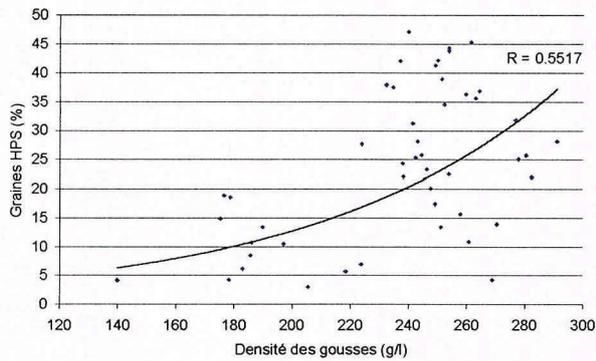


Figure 58. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines moisies et ridées (GH 119-20, origine parcelles optimisées)

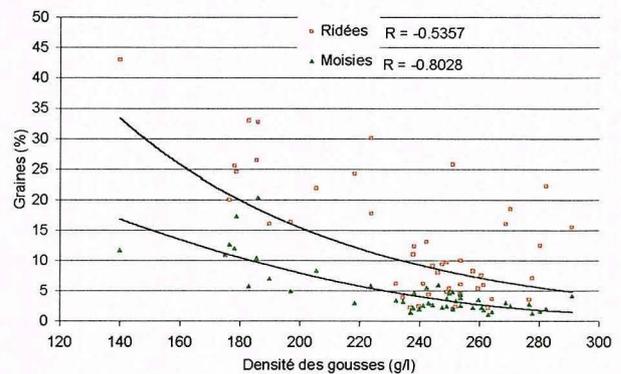


Figure 59. Pourcentage de lots acceptés et de graines HPS en fonction du seuil d'acceptation des lots ARB (GH 119-20, origine parcelles optimisées)

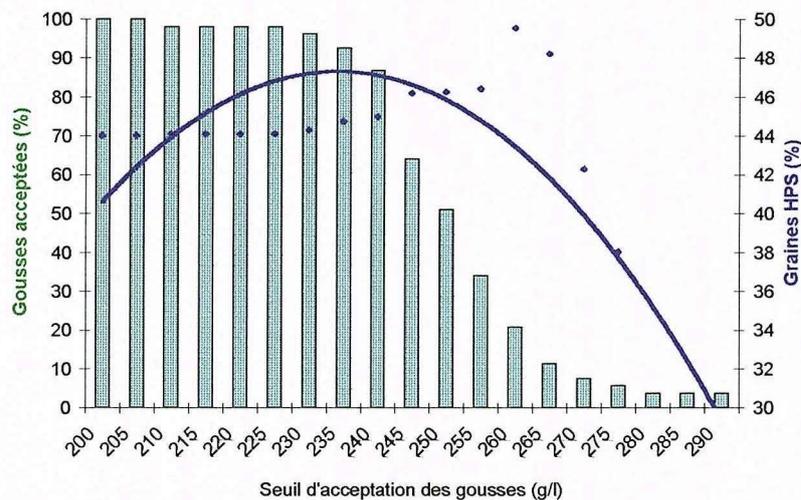


Figure 60. Relation entre le poids de 100 gousses et le pourcentage de graines HPS (GH 119-20, origine parcelles optimisées)

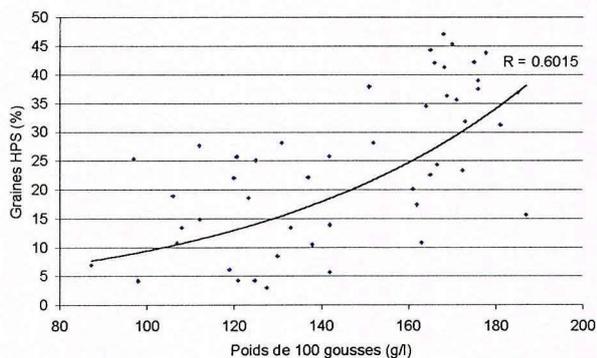


Figure 61. Relation entre le poids de 100 gousses et le pourcentage de graines moisies et ridées (GH 119-20, origine parcelles optimisées)

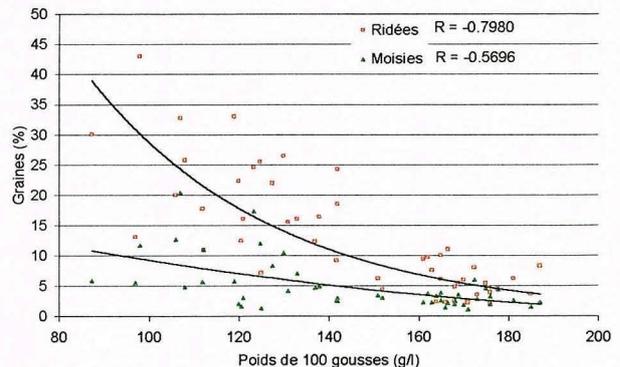


Figure 62. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines HPS, moisies et ridées (Fleur 11, origine fleuve Sénégal)

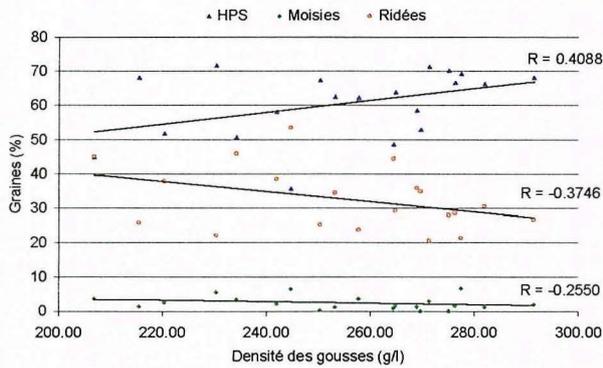


Figure 63. Relation entre le poids de 100 gousses et le pourcentage de graines HPS, moisies et ridées (Fleur 11, origine fleuve Sénégal)

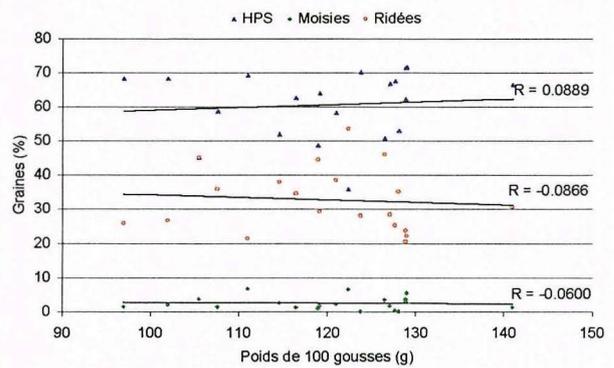


Figure 64. Relation entre la densité des gousses et le pourcentage de graines HPS, moisies et ridées (GH 119-20, origine fleuve Sénégal)

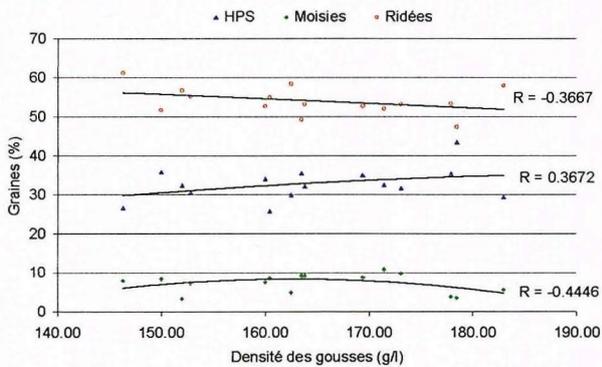


Figure 65. Relation entre le poids de 100 gousses et le pourcentage de graines HPS, moisies et ridées (GH 119-20, origine fleuve Sénégal)

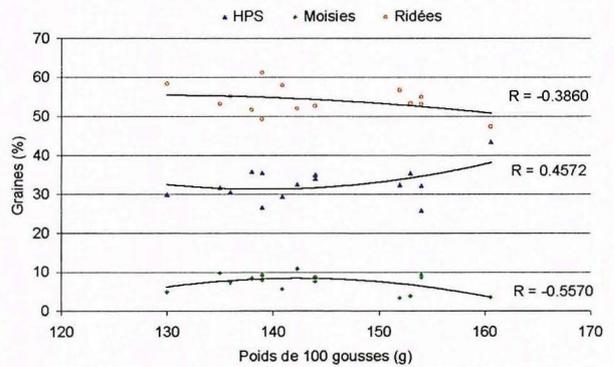


Figure 66. Dispositif expérimental de l'essai d'évaluation du matériel de nettoyage des gousses de GH 119-20 origine Novasen d'ARB.

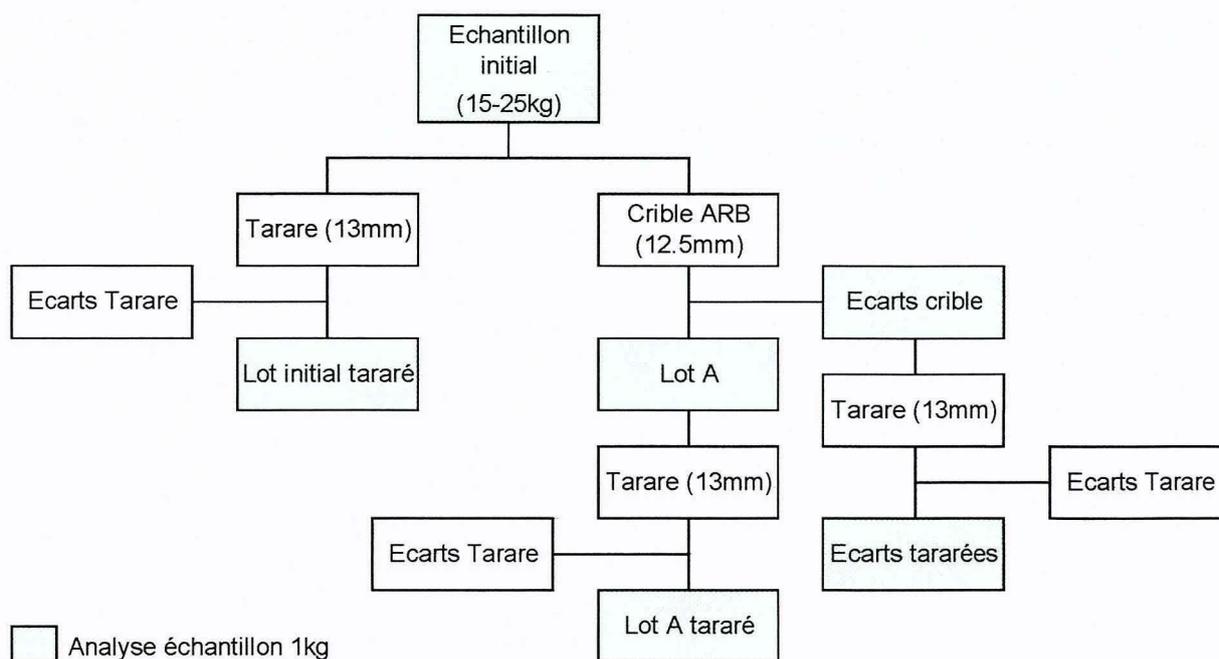


Figure 67. Impact des activités de nettoyage sur le poids de graines HPS obtenu à partir d'un échantillon initial de 100kg. (GH 119-20 origine Novasen)

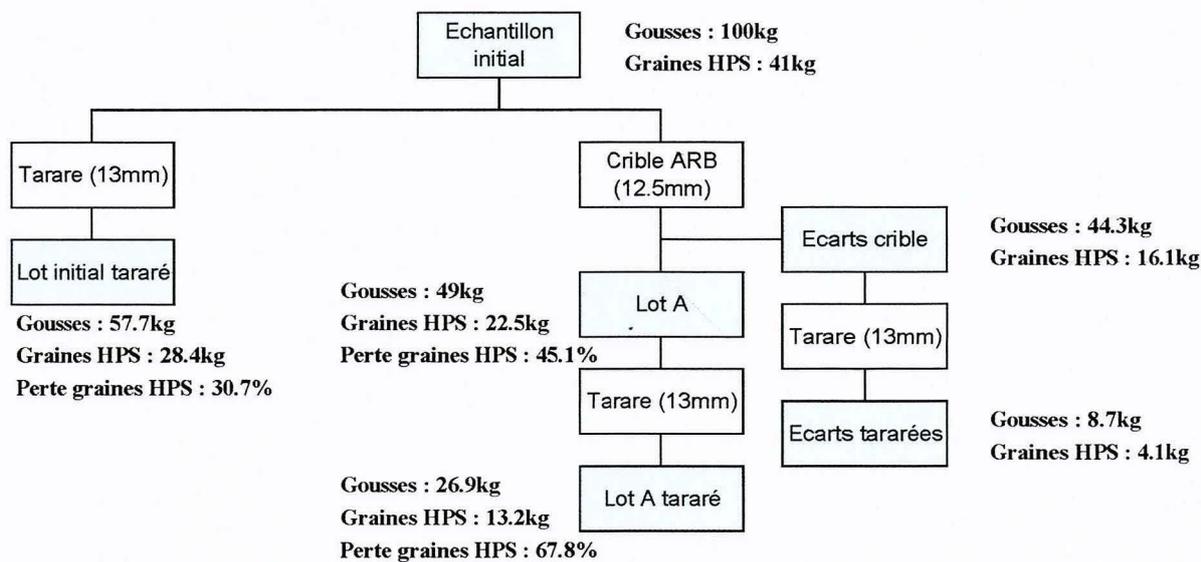


Tableau 45. Impact du crible et du tarare sur la qualité des gousses de GH 119-20 Novasen.

	LOT INITIAL	LOT INITIAL TARARE	LOT A	LOT A TARARE	ÉCARTS CRIBLE	ÉCARTS TARARES
Densité (g/l)	253.6±14.3 a	255.1±9.3 a	255.8±11.0 a	255.7±11.7 a	245.0±12.1 a	260.6±11.0 a
Graines :						
- HPS (%)	41.0±8.5 ab	47.4±5.5 a	45.9±6.6 a	49.2±7.6 a	36.3±5.5 b	46.6±6.6 a
- Ridées (%)	16.1±5.6 a	12.5±3.1 ab	13.1±4.4 ab	10.7±4.8 b	16.1±5.8 a	13.5±3.7 ab
- Moisies, attaquées (%)	5.8±2.3 a	4.3±1.7 a	6.0±3.2 a	7.2±4.6 a	4.5±1.6 a	4.1±1.8 a
Poids 100 gousses	127.6±12.6 a	135.8±10.9 ab	141.0±9.3 b	159.7±9.7 c	96.8±7.7 d	128.2±6.7 ab

(% exprimés par rapport au poids de gousses)

Tableau 46. Impact économique du nettoyage des gousses de GH 119-20 Novasen

	LOT INITIAL	LOT INITIAL TARARE	LOT A	LOT A TARARE
Gousses (CFA/kg)	120.0	120.0	120.0	120.0
Nettoyage (CFA/kg)	-	12.0	-	12.0
Gousses nettoyées (CFA/kg)	120.0	132.0	120.0	132.0
Rendement décortilage (%)	62.7	66.2	65.0	67.1
Décortilage (CFA/kg)	20.0	20.0	20.0	20.0
Graines décortiquées (CFA/kg)	223.3	229.6	215.4	226.5
Tri graines (CFA/kg)	24.0	24.0	24.0	24.0
Graines tri HPS (%)	65.4	71.6	70.6	73.3
Graines HPS (CFA/kg)	272.8	275.3	256.2	269.3

Tableau 47. Impact du tarare sur la qualité des gousses de Fleur 11.

	LOT INITIAL	LOT INITIAL TARARE	ÉCARTS SORTIE SASSEUR	ÉCARTS SORTIE SOUFFLERIE
% Lot initial	100	50	46	4
Graines HPS (kg/100kg initial)	41.3	25.1	14.9	0.2
Gousses :				
- Intactes (%)	57.1±11.4 ab	73.3±4.6 a	46.3±3.1 b	8.0±4.4 c
- Immatures (%)	29.2±9.2 a	7.6±3.8 b	37.0±6.1 a	61.9±2.6 c
- Moisies (%)	1.0±0.15 a	1.0±0.06 a	1.27±0.60 a	15.1±7.4 b
Graines :				
- Rendement décortilage (%)	68.5±0.87 a	71.2±0.92 a	67.1±1.37 a	44.9±5.37 b
- HPS (%)	41.3±1.5 a	49.9±1.6 b	33.8±0.5 c	6.6±2.4 d
- Ridées (%)	18.4±0.2 a	12.6±0.9 b	24.6±1.9 c	26.5±2.3 c
- Moisies, attaquées (%)	5.1±0.6 a	4.8±0.6 a	3.6±1.3 a	11.0±0.1 b

(% exprimés par rapport au poids de gousses)

Tableau 48. Impact économique du nettoyage des gousses de Fleur 11

	LOT INITIAL	LOT INITIAL TARARE
Gousses (CFA/kg)	120.0	120.0
Nettoyage (CFA/kg)	-	12.0
Gousses nettoyées (CFA/kg)	120.0	132.0
Rendement décortilage (%)	68.5	71.2
Décortilage (CFA/kg)	20.0	20.0
Graines décortiquées (CFA/kg)	204.4	213.5
Tri graines (CFA/kg)	24.0	24.0
Graines HPS (%)	60.3	70.1
Graines HPS (CFA/kg)	247.7	253.9

Tableau 49. Impact du diamètre de la grille du sasseur sur les pertes en gousses et en graines de GH119-20.

	Grille	12 MM	13 MM	14 MM
Produit final (%)		81.4±6.29 a	70.4±4.03 a	52.6±7.96 b
Pertes sortie sasseur (%)		11.2± 3.14 a	20.6±5.52 a	38.4±5.91 b
Pertes sortie soufflerie (%)		7.33±3.17 a	9.00±3.24 a	8.95±4.39 a
<i>Graines HPS (kg/100kg gousses initiales)</i>				
Produit Initial		57.4±2.42 a	57.0±2.33 a	53.3±4.98 a
Sortie sasseur		3.20±0.73 a	12.1±1.80 b	20.9±4.24 c
Sortie soufflerie		2.66±1.34 a	2.84±1.86 a	3.14±2.42 a
Produit final		49.0±2.97 a	40.9±1.20 b	30.8±4.48 c

Tableau 50. Impact du diamètre de la grille du sasseur sur la qualité des gousses et des graines de GH 119-20.

Grille	12MM		13MM		14MM	
	INITIAL	FINAL	INITIAL	FINAL	INITIAL	FINAL
Gousses :						
- Intactes (%)	40.7±3.71 a	49.9±1.65 a	48.2±6.26 a	52.1±9.45 a	48.9±9.14 a	58.5±8.17 a
- Immatures (%)	7.60±2.95 a	8.70±3.80 a	8.10±4.09 a	10.3±9.19 a	6.30±2.43 a	6.70±2.82 a
- Moisies, attaquées, scarifiées (%)	46.2±6.00 a	39.2±5.10 a	36.5±6.05 a	35.1±3.33 a	37.0±8.61 a	33.5±10.4 a
Graines :						
- Rendement décortilage (%)	69.3±1.91 a	69.9±1.13 a	70.2±3.67 a	72.2±0.27 a	68.3±2.73 a	71.6±1.50 a
- HPS (%)	57.4±2.43 a	59.7±2.63 a	57.0±2.32 a	58.2±1.67 a	53.2±4.95 a	58.6±1.54 a
- Ridées (%)	4.33±1.97 a	2.53±1.62 a	5.47±1.85 a	3.83±0.50 a	5.40±1.11 a	5.57±2.72 a
- Moisies, attaquées (%)	2.00±0.26 a	1.80±0.62 a	2.27±0.61 a	2.97±0.84 a	3.10±0.87 a	1.87±0.38 a

(% exprimés par rapport au poids de gousses)

Tableau 51. Impact économique du nettoyage des gousses de GH 119-20

	LOT INITIAL	TARARE 12MM	TARARE 13MM	TARARE 14MM
Gousses (CFA/kg)	120.0	120.0	120.0	120.0
Nettoyage (CFA/kg)	-	12.0	12.0	12.0
Gousses nettoyées (CFA/kg)	120.0	132.0	132.0	132.0
Rendement décortilage (%)	69.3	69.9	72.2	71.6
Décortilage (CFA/kg)	20.0	20.0	20.0	20.0
Graines décortiquées (CFA/kg)	202.0	217.5	210.5	212.3
Tri graines (CFA/kg)	24.0	24.0	24.0	24.0
Graines HPS (%)	80.7	86.1	80.7	81.8
Graines HPS (CFA/kg)	232.5	248.3	243.0	244.6

Tableau 52. Impact du tarare sur les pertes en gousses et en graines des gousses triées de GH 119-20.

	Gousses	NON-TRIEES	TRIEES
Produit final (%)		81.4±6.29 a	92.8±0.52 b
Pertes sortieasseur (%)		11.2± 3.14 a	3.56±0.92 b
Pertes sortie soufflerie (%)		7.33±3.17 a	3.67±0.60 a
<i>Graines HPS (kg/100kg gousses initiales)</i>			
Produit Initial		57.4±2.42 a	63.5±2.83 b
Sortieasseur		3.20±0.73 a	1.92±0.35 a
Sortie soufflerie		2.66±1.34 a	1.57±0.07 a
Produit final		49.0±2.97 a	58.1±2.83 b

Tableau 53. Impact du tarare sur la qualité des gousses triées de GH 119-20.

Gousses PRODUIT	NON-TRIEES		TRIEES	
	INITIAL	FINAL	INITIAL	FINAL
Gousses :				
- Intactes (%)	40.7±3.71 a	49.9±1.65 b	66.9±7.67 c	70.6±2.80 c
- Immatures (%)	7.60±2.95 a	8.70±3.80 a	5.60±7.54 a	3.93±2.86 a
- Moisisés, attaqués, scarifiés (%)	46.2±6.00 a	39.2±5.10 a	25.4±1.75 b	22.6±0.76 b
Graines :				
- Rendement décortilage (%)	69.3±1.91 a	69.9±1.13 a	72.5±1.55 a	73.1±2.19 a
- HPS (%)	57.4±2.43 a	59.7±2.63 a	63.5±2.86 a	62.7±1.27 a
- Ridés (%)	4.33±1.97 a	2.53±1.62 a	2.00±0.53 a	2.87±1.40 a
- Moisisés, attaqués (%)	2.00±0.26 a	1.80±0.62 a	1.53±0.55 a	1.30±0.10 a

(% exprimés par rapport au poids de gousses)

Tableau 54. Impact économique du nettoyage des gousses de GH 119-20

	LOT INITIAL TOUT-VENANT	LOT TOUT- VENANT TARARE	LOT INITIAL TRIE	LOT TRIE TARARE
Gousses (CFA/kg)	120.0	120.0	135.0	135.0
Nettoyage (CFA/kg)	-	12.0	-	12.0
Gousses nettoyées (CFA/kg)	120.0	132.0	135.0	147.0
Rendement décortilage (%)	69.3	69.9	72.5	73.1
Décortilage (CFA/kg)	20.0	20.0	20.0	20.0
Graines décortiquées (CFA/kg)	202.0	217.5	213.8	228.5
Tri graines (CFA/kg)	24.0	24.0	24.0	24.0
Rendement au tri HPS (%)	80.7	86.1	87.6	85.7
Graines HPS (CFA/kg)	232.5	248.3	243.3	261.4

Figure 68. Evolution de la température dans le tas d'arachides stockées en magasin semencier (GH119-20 origine Novasen)

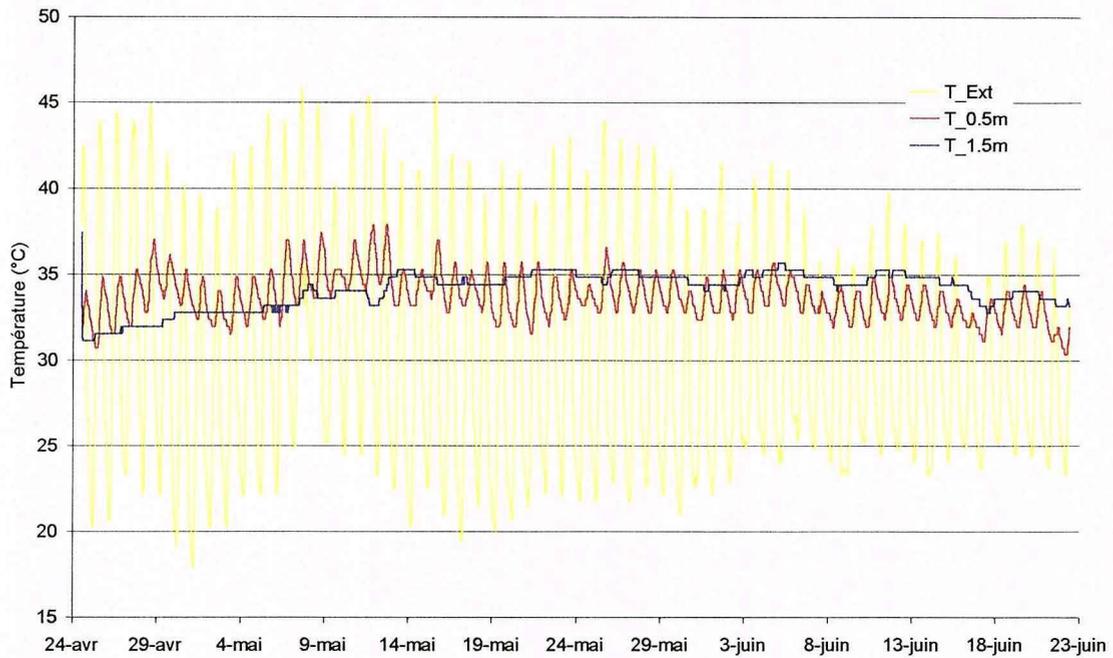
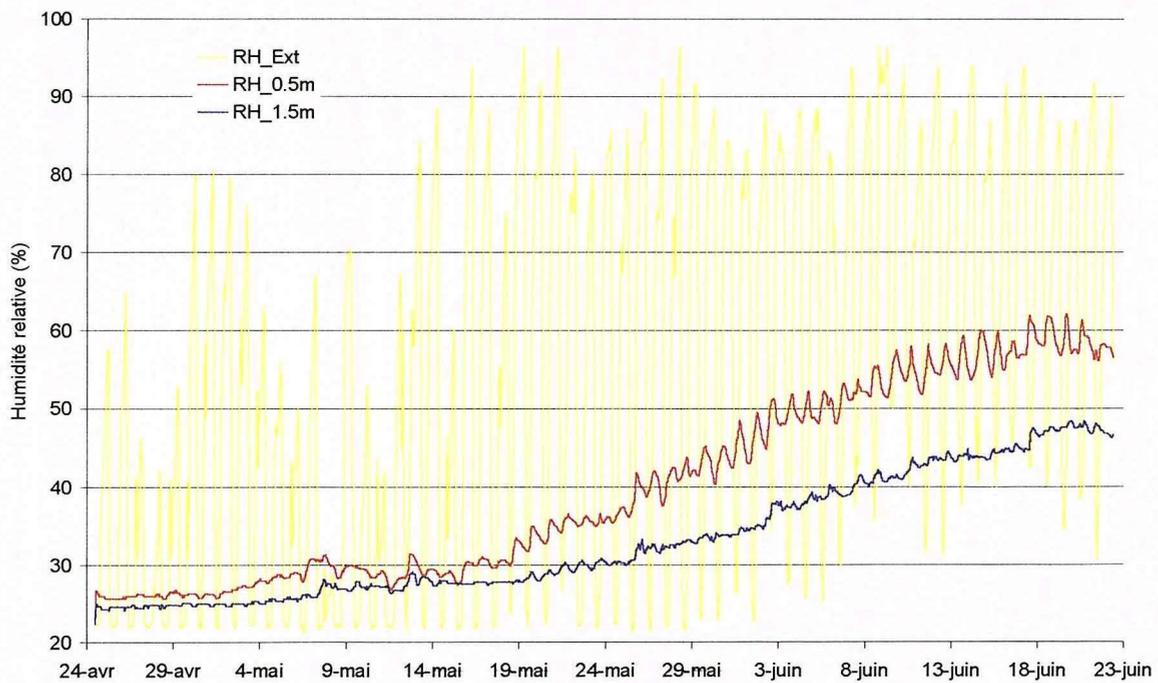


Figure 69. Evolution de l'humidité relative dans le tas d'arachides stockées en magasin semencier (GH119-20 origine Novasen)



SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP SOMMAIRE	Sommaire Page 1 sur 11 Date :12/03/02 Version #1
----------------------------	---	---

<i>ETUDE HACCP</i>
<u>Localisation</u> : HACCP USINE NOVASEN KAOLACK

INTRODUCTION

L'usine de la société NOVASEN de la ville de Kaolack (Centre-Ouest Sénégal) est spécialisée dans le décorticage industriel d'arachide de bouche (ARB).

Dans le cadre du projet d'appui au Cnia de relance de la production d'arachide de bouche au Sénégal, le Cirad a initié cette étude HACCP dans le but d'identifier les principaux risques sanitaires liés à cette activité et de proposer des solutions pour maîtriser ces risques pour la santé humaine.

Etapes N°		Nombre de pages
1	<i>Définition du champ de l'étude</i>	1
2	<i>Constitution de l'équipe HACCP</i>	1
3	<i>Description du produit fini</i> <i>Description des produits intermédiaires, matières premières, emballages...</i>	2
4	<i>Identification de l'utilisation attendue</i>	1
5	<i>Elaboration du diagramme de fabrication</i>	3
6	<i>Confirmation sur site</i>	
7	<i>Analyse des dangers – Elaboration des mesures préventives</i> <i>Analyse des dangers – Détermination des causes I</i> <i>Analyse des dangers – Détermination des causes II</i>	4
8	<i>Identification des points critiques pour la maîtrise (C.C.P.)</i>	1
9	<i>Etablissement des niveaux cibles et des tolérances</i>	
10	<i>Etablissement du système de surveillance</i>	1
11	<i>Etablissement des actions correctives</i>	
12	<i>Etablissement d'un système d'enregistrement et de documentation</i>	-
13	<i>Etablissement d'un système de vérification</i>	-

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP <i>ETAPES N° 1 & 2 : CHAMP DE L'ETUDE ET EQUIPE HACCP</i>	Étapes 1-2 Page 2 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	--

CHAMP DE L'ETUDE	
Produit	<i>Arachide de bouche décortiquée calibrée triée</i>
Procédé	<i>Décorticage et calibrage industriel – tri manuel</i>
Danger	<i>Contaminants physiques, chimiques et microbiologiques</i>
Bornes de l'étude Départ Fin	<i>Livraison des coques à l'usine de décortiquage</i> <i>Expédition des graines à l'exportation</i>
EQUIPE HACCP	
Membres permanents	<i>Aucun</i>
Membres occasionnels	<i>Aucun</i>
Experts	<i>Bastien CHALAGIRAUD, Karen MBOMOZOMO, Laurent SAGARRA</i>

REMARQUES SUR L'EQUIPE HACCP

Absence d'équipe HACCP au sein de l'usine. L'analyse des dangers a été menée par l'équipe CIRAD, par contre une collaboration avec le responsable qualité de l'usine a permis l'analyse des procédures de contrôle pour la maîtrise des dangers.

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°3 & N°4 : DESCRIPTION DES PRODUITS – UTILISATION ATTENDUE	Etape 3-4 Page 3 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	---

MATIERE PREMIERE / ARACHIDE DE BOUCHE EN COQUES

Description	<i>Arachides en coques – variété GH 119-20</i>
Conditionnement	<i>En vrac et sac de 50kg.</i>
Physico-chimie	Humidité relative < 10 %
Stockage	Durée : jusqu'à 7 mois dans les seccos T° : ambiante
Traitement d'inactivation des ravageurs	<i>Poudrage insecticide (Fénitrothion).</i>
Commentaires	

PRODUIT FINI / ARACHIDE DE BOUCHE EN GRAINES CALIBREES TRIEES

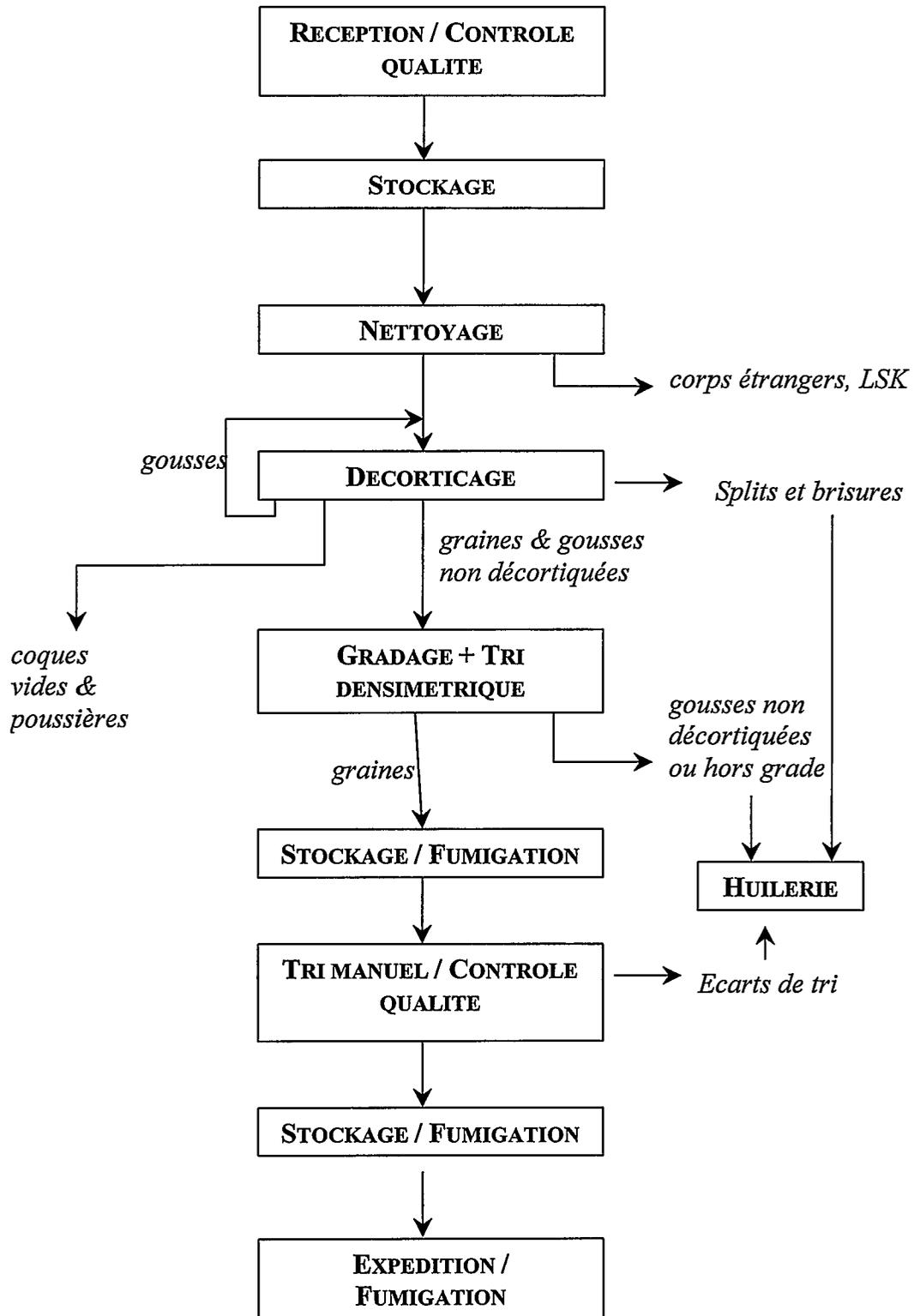
Description	<i>Arachides en graines calibrées triées</i>
Conditionnement	<i>Sac de jute de 50 kg</i>
Physico-chimie	Humidité relative < 10 %
Stockage	Durée : > 3 jours T° : ambiante
Traitement d'inactivation en ravageurs	<i>Fumigation (PH3)</i>
Commentaires	Les graines triées sont destinées à la fabrication de snacks salés ou sucrés, de beurre/pâte d'arachide ou entrent comme ingrédient en confiserie. Elles ne sont pas destinées à une consommation humaine directe et devront subir un traitement thermique.

INGREDIENTS ET MATERIEL

MATIERE PREMIERE	MATERIEL DE CONDITIONNEMENT
Arachides en coques (variété GH 119-20)	Sacs en polyéthylène 100 litres Sacs de jute 50 litres
AUTRES	
Pastilles de phosphine (PH3)	

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°5 & N°6 : DIAGRAMME DE FABRICATION	Etape 5-6 Page 4 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	--	---

PRODUIT : Arachides de bouche décortiquées triées – variété GH 119-20



SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°5 & N°6 : DIAGRAMME DE FABRICATION	Etape 5-6 Page 5 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	--	---

PRODUIT : Arachides de bouche décortiquées triées – variété GH 119-20

ARACHIDES	SACS POLYETHYLENE	SACS DE JUTE	PHOSPHINE
1. Réception	2. Réception sacs recyclés	3. Réception	4. Réception
5. Stockage	6. Stockage	7. Stockage	8. Stockage
9. Alimentation process			
10. Nettoyage			
11. Décorticage			
12. Gradage			
13. Tri densimétrique	14. Conditionnement		
	15. Fumigation		
	16. Stockage		
	17. Déstockage et recyclage		
18. Tri manuel		19. Conditionnement	
		20. Fumigation	
		21. Stockage	
		22. Fumigation dans container	
		23. Expédition	

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°7 : ANALYSE DES DANGERS – ELABORATION DES MESURES PREVENTIVES	Etape 7 Page 6 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	---

DANGERS IDENTIFIES	CAUSES PRIMAIRES	CAUSES SECONDAIRES	EVALUATION			MESURES PREVENTIVES	DOCUMENTS
			G	F	ND		
INGREDIENTS / MATERIELS							
<u>Arachides en coque :</u>							
- Résidus de pesticides (C)	Non respect des délais d'application avant récolte	Mauvais encadrement et analphabétisme des agriculteurs	3	1	3	Contrôle au niveau des agriculteurs	Index phytosanitaire, fiche technique, fiche d'enregistrement des traitements
- Aflatoxines (C)	Présence d'A. flavus dans le sol	Conditions favorables à son développement (stress de fin de cycle, conditions de séchage et de stockage)	3	3	2	Contrôle au niveau des agriculteurs	Fiches techniques
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Contrôle au niveau des agriculteurs, collecteurs, transporteurs	
<u>Sacs polyéthylène :</u>							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Contrôle au niveau du fournisseur et lors du recyclage. Destruction des emballages de pesticides.	
- Résidus utilisation antérieure (C, B)	Utilisation de sacs recyclés non nettoyés		2	1	3		
<u>Sacs de jute :</u>							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Contrôle au niveau du fournisseur	
ETAPES DE FABRICATION							
1. Réception des arachides en coque							
- Aflatoxines (C)	Acceptation lot non conforme	Absence ou mauvais contrôle qualité	3	3	3	Mise en place d'un plan de contrôle qualité systématique	Manuel qualité, fiche de contrôle qualité
- Corps étrangers dangereux (P)	Acceptation lot non conforme	Absence ou mauvais contrôle qualité	3	3	1		
2. Réception des sacs en polyéthylène							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Inspection des sacs	

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°7 : ANALYSE DES DANGERS – ELABORATION DES MESURES PREVENTIVES	Etape 7 Page 7 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	---

- Résidus utilisation antérieure (C, B)	Utilisation de sacs recyclés non nettoyés		2	1	3	Inspection des sacs	
3. Réception des sacs de jute							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Inspection des sacs	
6. et 7. Stockage des sacs vides							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement de stockage et manutention		3	1	1	Contrôle au conditionnement	BPF
- Excréments divers (B)	Environnement de stockage		3	1	2	Stockage en conditions contrôlées	BPF
5. Stockage des arachides en coques							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement de stockage et manutention		3	2	2	Sélection du lieu de stockage, entretien et isolation du milieu extérieur	Fiche d'entretien, BPF
- Excréments divers (B)	Stockage en plein air		3	2	2	Stockage en milieu contrôlé	BPF
- Aflatoxines (C)	Présence de résidus contaminés, conditions climatiques non contrôlées, non-respect du FIFO, ravageurs		3	3	3	Stockage en milieu contrôlé et entretenu, respect du FIFO	Fiche d'entretien, fiche de gestion des stocks, BPF
- Pathogènes et produits chimiques divers (B, C)	Contact avec sol contaminé ou ruissellement d'eau contaminée		3	1	3	Isolation du tas du milieu extérieur	BPF
9. Alimentation de la chaîne de transformation							
- Graisses non alimentaires (C)	Utilisation de lubrifiants non alimentaires	Pas de norme, pas de disponibilité	3	1	2	Utilisation de lubrifiants alimentaires	Liste de produits autorisés
- Corps étrangers dangereux (P)	Désagrégation du tapis convoyeur, environnement extérieur et manutention		2	1	1	Maintenance et entretien du matériel	Fiche de nettoyage Fiche de maintenance
- Pathogènes et produits chimiques divers (B, C)	Utilisation de pelles contaminées		3	1	3	Matériel à usage alimentaire exclusif et entretenu régulièrement (nettoyage et désinfection)	Fiche de nettoyage

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°7 : ANALYSE DES DANGERS – ELABORATION DES MESURES PREVENTIVES	Etape 7 Page 8 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	---

10. Nettoyage des gousses d'arachide							
- Graisses non alimentaires (C)	Utilisation de lubrifiants non alimentaires	Pas de norme, pas de disponibilité	3	1	2	Utilisation de lubrifiants alimentaires	Liste de produits autorisés
- Aflatoxines (C)	Présence de résidus contaminés		3	3	3	Maintenance et entretien du matériel	Fiche de nettoyage Fiche de maintenance
11. Décorticage, 12. Gradage, 13. Tri densimétrique							
- Graisses non alimentaires (C)	Utilisation de lubrifiants non alimentaires	Pas de norme, pas de disponibilité	3	1	2	Utilisation de lubrifiants alimentaires	Liste de produits autorisés
- Aflatoxines (C)	Présence de résidus contaminés		3	3	3	Maintenance et entretien du matériel	Fiche de nettoyage Fiche de maintenance
- Corps étrangers dangereux (P)	Désagrégation du plafond du bâtiment		2	1	1	Réhabilitation et entretien des locaux	
- Déjections d'oiseaux (B)	Bâtiment délabré		3	1	2	Réhabilitation et entretien des locaux	
14. Conditionnement des graines décortiquées en sacs polyéthylène ; 19. Conditionnement des graines triées en sacs de jute							
- Corps étrangers dangereux (P)	Environnement et manutention		3	1	1	Contrôle au conditionnement	
15. Traitement des lots d'arachide décortiquée par fumigation à la phosphine ; 20. Traitement des lots d'arachide décortiquée triée par fumigation à la phosphine ; 22. Traitement des lots d'arachide décortiquée triée par fumigation à la phosphine lors de l'expédition							
- Résidus des pesticides (C)	Non respect des doses d'application		5	1	5	Formation du personnel de fumigation	Fiche technique et d'enregistrement des traitements
16. Stockage des lots d'arachide décortiquée ; 21. Stockage des lots d'arachides triées							
- Excréments divers (B)	Stockage en plein air, débâchage précoce		3	2	2	Stockage en milieu contrôlé, débâchage juste avant le tri	Fiche d'entretien
- Aflatoxines (C)	Conditions climatiques non contrôlées, non-respect du FIFO, ravageurs		3	3	3	Stockage en milieu contrôlé et respect du FIFO	Fiche d'entretien, fiche de gestion des stocks
18. Tri manuel des arachides décortiquées							
- Pathogènes (<i>E. coli</i> , Hépatite A, etc.) (B)	Absence d'hygiène de travail		3	1	3	Contrôle de l'hygiène de travail du personnel, lavage systématique des mains au retour des toilettes	Règles d'hygiènes, organisation du personnel

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°7 : ANALYSE DES DANGERS – ELABORATION DES MESURES PREVENTIVES	Etape 7 Page 9 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
--------------------	---	---

- Aflatoxines (C)	Tri des graines défectueux	Contrôle qualité inefficace	3	1	1	Mise en place d'un plan de contrôle qualité systématique	Manuel qualité, fiches de contrôle qualité
- Pathogènes et produits chimiques divers (B, C)	Matériel des trieuses (tamis, paniers...)	Non fourniture de matériel par le centre de tri	3	1	3	Nettoyage et désinfection régulière du matériel, mise à disposition de matériel standard à usage exclusivement réservé au tri	Fiche d'entretien, règles d'hygiène,
- Corps étrangers dangereux (P)	Matériel des trieuses (tamis, paniers...), port de bijoux, cheveux. Tri graines défectueux	Absence de règlement et de matériel propre au tri des arachides. Contrôle qualité inefficace	3	1	1	Port de bijoux interdit, port de charlotte obligatoire, mise à disposition de matériel standard de tri. Utilisation de tapis de tri avec éclairage adapté	Organisation du personnel
23. Expédition							
- Excréments de rongeurs (B) - Pathogènes et produits chimiques divers (B, C) - Corps étrangers dangereux (P)	Container non nettoyé		3	1	2	Nettoyage systématique du container avant empotage	Fiche d'entretien
- Aflatoxines (C)	Réhumidification des graines et développement d' <i>A. flavus</i>	Container non étanche	3	1	3	S'assurer de l'étanchéité du container	

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPES N°8 : IDENTIFICATION DES POINTS CRITIQUES	Etape 8 Page 10 sur 11 Date : 12/03/02 Version #1
----------------------------	---	--

INTRANT / ETAPE	DANGER IDENTIFIE	Q1	Q2	Q3	Q4	N° CCP
Arachides en coque	C – Pesticides C – Aflatoxines P – CED	NON Niveau agricole				
Sacs polyéthylène	P – CED BC – Résidus utilisation antérieure	NON Niveau fournisseur				
Sacs de jute	P – CED	NON Niveau fournisseur				
1. Réception arachides coque	C – Aflatoxines P – CED	OUI Agréage	OUI			CCP#1 (CP)
2. Réception sacs polyéthylène	P – CED (BPH) BC – Résidus utilisation antérieure	NON				
3. Réception sacs de jute	P – CED (BPH)	NON				
5. Stockage des arachides en coque	P – CED (BPH) B – Excréments divers (BPH) C – Aflatoxines (BPF) BC – Pathogènes et produits chimiques divers (BPF/BPH)	NON				
6., 7. Stockage sacs	B – Excréments divers (BPH) P – CED (BPH)	NON				
9. Alimentation process	C – Graisses non alimentaires (BPF) P – CED (BPF) BC – Pathogènes et produits chimiques divers (BPH)	NON				
10. Nettoyage des gousses	C – Graisses non alimentaires C – Aflatoxines	NON				
11. Décorticage 12. Gradage 13. Tri densimétrique	C – Graisses non alimentaires (BPF) C – Aflatoxines (BPH) P – CED (BPF/BPH) B – Déjections d'oiseaux (BPH)	NON				
14., 19. Conditionnement des graines	P – CED (BPH)	NON				
15., 20., 22. Fumigation	C – Pesticide (BPF)	NON				
16., 22. Stockage des graines	B – Excréments divers (BPH) C – Aflatoxines (BPF)	NON				
18. Tri manuel	B – Pathogènes humains (BPH) BC - Pathogènes et produits chimiques divers (BPH)	NON				
	C – Aflatoxines P – CED (BPH)	OUI Contrôle qualité	OUI			CCP#2 (CP)
23. Expédition	P – CED (BPH) BC – Pathogènes et produits chimiques divers (BPH) C – Aflatoxines (BPF) B – Excréments divers (BPF/BPH)	NON				

SOCIETE NOVASEN	ETUDE HACCP ETAPE N° 9 & 10 & 11 <i>Etablissement des niveaux cibles et des tolérances – Etablissement du système de surveillance des CCP</i> <i>Etablissement des actions correctives</i>	Etapes 9-10-11 Page 11 sur 11 Date :12/03/02 Version #1
----------------------------	---	--

Modalités de surveillance				C.C.P. :	
Paramètres	Valeur cible Tolérance	Modalités de la surveillance (méthode – mode opératoire – fréquence – lieu – responsable)	Enregistrement	Actions correctives Responsables	Document
Degré de contamination des lots réceptionnés	Gousses défauts majeurs < 5% ou Graines : défauts majeurs < 3%	Contrôle physique des lots – mesure de la densité, tri des gousses, tri des graines – pour chaque camion livrés – à l’usine - responsable qualité de l’usine	Suivi de la qualité des livraisons (par provenance)	Refus des lots hors du seuil d’acceptation Blocage des seccos de mauvaise qualité. Décision du directeur de l’usine	Fiches de suivi
Elimination des graines contaminées (tri manuel)	Graines défauts majeurs < 0.5%	Contrôle physique des lots après le tri – échantillonnage de chaque sac de 25kg de graines HPS –responsable qualité de l’usine	Suivi de la qualité des lots trié	Contrôle physique du tri de chaque trieuse par un certificateur	Fiches d’analyse Fiches de suivi du tri manuel
Teneur en aflatoxines des graines triées	< 8 ppb (B1) < 15 ppb (total)	Dosage aflatoxine sur chaque lot d’expédition des centres de tri – échantillonnage des graines – responsable qualité de l’usine	Suivi de la teneur en aflatoxines des lots, feuilles d’analyses à conserver en cas de demande	Redonner le lot non-conforme à trier ou le retirer de la chaîne ARB	Fiche de suivi du lot