

ISRA CNRA Bambey
Phytotechnie Arachide

Evaluation Agronomique de
Variétés d'Arachide
de Bouche
Isra-Ggp-Cirad 1998

par José Martin
agronome Cirad-Ca,

Almamy Ndiaye et Matar Hane,
techniciens Isra Bambey.

Mai 1999

EVALUATION AGRONOMIQUE DE VARIETES D'ARACHIDE DE BOUCHE
1998 GGP / ISRA / CIRAD

RESUME	2
INTRODUCTION	4
MATERIEL ET METHODES	5
Matériel végétal	5
Dispositif	6
Implantation et conduite de la culture	6
Observations et analyses de récolte	7
Décomposition du rendement en graines de bouche	7
Le modèle de Duncan	8
Analyses statistiques	9
RESULTATS ET DISCUSSIONS	9
Des problèmes particuliers pour 5 variétés	10
Trois variétés pénalisées par des problèmes de dormance	10
Le cas très particulier de la spanish ICG 7641	10
Autre cas particulier : Fleur 11	11
Commentaires sur les variables importantes	11
Dates de récolte et niveaux de maturité	11
Groupes de précocité	12
Des calibres variés	12
Les paramètres du modèle de Duncan	13
Les composantes du rendement en graines de bouche	15
Les variétés sélectionnées	16
Les dix meilleures en production de graines de bouche	16
La plus performante : 73-27, une virginia sénégalaise	16
GH 119-20, un témoin encore honorable	17
La NC7, pour la production de graines XL	18
Les trois meilleures virginia ICGV	18
Quatre spanish ICGV parmi les virginia de bouche	18
EN CONCLUSION, LES PERSPECTIVES	19
TABLEAUX, PLANCHES ET ANNEXES	21

RESUME

Dans le cadre du Groundnut Germplasm Project (GGP), l'ISRA a reçu le mandat de mener, au bénéfice des NARS d'Afrique de l'Ouest, une évaluation agronomique des variétés d'arachide de bouche les plus prometteuses parmi celles disponibles dans la région. Cette activité a débuté en 1998-99 avec un essai variétal comprenant 25 variétés de bouche ou valorisables en bouche, de type virginia (15) et spanish (10), fournies par l'Icrisat (15) et l'Isra (10). Le dispositif était un lattice 5 x 5 à 3 répétitions (parcelle élémentaire de 10 m², semis à 133.333 graines /hectare). Les principales variables étudiées comprennent les composantes du rendement en graines de bouche et des données phénologiques sur la floraison et la maturité.

La faible disponibilité en semences en première année nous a conduit à installer cet essai dans un seul lieu : la ferme irriguée à la station Isra de Bambeï. Semé le 30 juin, l'essai a été irrigué pendant les premiers 35 jours jusqu'à l'installation des pluies d'hivernage début août. Celles-ci ont été très régulières jusqu'à fin septembre. Une dernière irrigation a été à nouveau nécessaire en octobre. Les conditions de croissance ont été bonnes, hormis le pH du sol, alcalin et à la limite de l'induction de chloroses ferriques. Ceci a certainement limité la productivité des plantes et le rendement moyen de l'essai s'est établi à seulement 2,65 tonnes de gousses par hectare. Malgré des coefficients de variation de l'ordre de 20 % pour les variables de productivité en gousses ou graines, l'essai a fourni des résultats permettant de faire ressortir les variétés les plus performantes pour la production de graines de bouche.

Certaines variétés fournies par l'Isra avaient été multipliées en contre-saison chaude à la station de Nioro du Rip. Trois de ces variétés ont été pénalisées par des problèmes de dormance et se retrouvent donc hors compétition pour cette année. Il s'agit de 756A, 73-28 et H75-0. La levée de la première ayant été très tardive et quasi nulle, elle a été *de facto* éliminée. L'analyse statistique en lattice n'étant plus possible avec une entrée en moins, l'essai a été analysé comme un dispositif en blocs complets randomisés. La spanish ICG 7641 est marquée par des valeurs extrêmes et défavorables pour presque toutes les variables.

Hormis les spanish Fleur 11 et ICG 7641, récoltées respectivement 95 jours et 119 jours après le semis, toutes les autres variétés ont été récoltées entre 102 et 114 jours après le semis, la maturité des gousses avoisinant les 2/3 (nombre de gousses mures / nombre total de gousses) ou les 4/5 (poids de gousses mures / poids total de gousses) de façon tout à fait satisfaisante. Bien que cet intervalle de 12 jours soit faible, les tests des contrastes font apparaître deux groupes de précocité : le groupe des variétés "tardives", comprenant les virginia récoltées à 110-114 jours, et le groupe des "précoces", comprenant les spanish, récoltées à 102-109 jours, excepté ICGV 93030 spanish à grosses graines classée avec les virginia parmi les tardives.

En corollaire, les spanish présentent dans l'ensemble des graines plus petites que les virginia. Trois spanish, Fleur 11 et ICG 7641, et dans une moindre mesure ICGV 93041, se marginalisent par leurs petites graines (grades 50/60 pour les deux premières et 40/50 pour la troisième), alors que deux virginia, NC7 et ICGV 93077, se distinguent par leurs très grosses graines (grade 28/32). Le classement des calibres selon les types botaniques se vérifie aussi dans les classes intermédiaires, à quelques exceptions près. Les virginia sénégalaises d'origine ou d'adoption, notamment 73-27 et GH 119-20, présentent des calibres inférieurs aux virginia ICGV et équivalents à ceux des spanish

moyennes (grade jumbo runner 35/45), alors que deux spanish accompagnent les virginia ICGV à grosses graines (grade virginia medium 32/40).

Dix variétés ont produit plus de 1,5 tonnes de graines de bouche HPS (“hand picking selected”). Ces variétés correspondent à une exception près, aux variétés les plus productives en gousses. Cependant, les classements productivité gousses et productivité graines de bouche diffèrent sensiblement en raison de variations non négligeables des variables rendements au décorticage et proportion bonnes graines. Ces 10 variétés comprennent 6 virginia et 4 spanish. La plus productive en graines HPS (2,1 t/ha) mais aussi en gousses (3,36 t/ha) et est la variété sénégalaise 73-33, confirmant ainsi les excellentes performances obtenues en expérimentation et en vulgarisation par le passé au Sénégal. Elle est suivie de deux spanish, ICGV 88434 et 93030, puis de l'américaine NC7, et de la variété témoin, GH 119-20, variété américaine acclimatée au Sénégal. Viennent ensuite une spanish, ICGV 93057, puis trois virginia ICGV, soit 94204, 93104 et 94222, et enfin une autre spanish, ICGV 88421. A noter que GH 119-20 confirme le bien fondé de sa position de témoin malgré les vicissitudes rencontrées en milieu paysan. Les meilleurs calibres sont dus à NC7, la meilleure précocité à ICGV 88434.

Dans la littérature récente, l'évaluation agronomique des variétés d'arachide est principalement abordée à travers le modèle de Duncan : $Y = C \times D_R \times p$, où Y est le rendement en gousses, C la vitesse moyenne de croissance de la culture au cours du cycle, D_R la durée de croissance des gousses et p (partitioning) un coefficient d'allocation à la croissance des gousses. Le paramètre p est le quotient entre deux vitesses de croissance moyennes estimées : celle de la culture (CGR) pendant toute la durée du cycle, et celle des gousses (PGR) pendant la durée correspondante. Au Sénégal, ces paramètres ont été estimés pour la première fois cette année. Les variétés retenues pour leur productivité en graines HPS présentent aussi des valeurs de p élevées. Cependant, pour pouvoir estimer la stabilité des paramètres du modèle de Duncan, ou plus généralement des composantes du rendement, il faudra tester les mêmes variétés dans plusieurs environnements.

Pour 1999, la disponibilité en semences étant plus importante, l'évaluation agronomique des variétés de bouche devrait être poursuivie aux niveaux régional et national.

En effet, le GGP propose aux NARS d'Afrique de l'Ouest un essai régional à conduire en réseau, avec les 10 variétés les plus productives en graines de bouche de l'essai de Bambey 1998. Ce panel offrant une importante diversité de types botaniques, de calibres et de précocité, il sera possible aux sélectionneurs ou aux agronomes des NARS d'identifier les variétés de bouche les mieux adaptées à leurs besoins et à leur contraintes. Parmi ces variétés, GH 119-20 et 73-27 devront confirmer les excellentes performances obtenues à la ferme irriguée de Bambey en 99.

Au niveau national, outre l'essai régional qu'il est proposé de mettre en place en culture pluviale à Nioro, des essais nationaux spécifiques pourraient être envisagés, notamment un essai avec des variétés à grosses graines valorisables en culture irriguée dans la Vallée du Fleuve, et un ou plusieurs autres essais avec des variétés à graines moins grosses plus adaptées *a priori* à la culture pluviale, mais qu'il serait également possible de tester en culture irriguée. Une attention particulière devra être apportée au comportement des variétés de types spanish, potentiellement avantagées en culture pluviale par leur meilleure précocité mais potentiellement désavantagées par leur plus grande sensibilité aux maladies foliaires.

INTRODUCTION

Dans le cadre du GGP, l'Isra a reçu le mandat pour mener, au bénéfice des SNRA d'Afrique de l'Ouest, une évaluation agronomique des variétés d'arachide de bouche les plus prometteuses parmi celles disponibles dans la région.

Dans la littérature récente (Williams et Boote, 1995), l'évaluation agronomique des variétés d'arachide est principalement abordée à travers le modèle de Duncan (1978) :

$$Y = C \times D_R \times p,$$

où Y = rendement en gousses,

C = taux de croissance moyen de la culture pendant toute la durée du cycle,

D_R = durée de croissance des gousses,

et p (partitioning) = coefficient de répartition de la croissance totale à la croissance des gousses

De nombreux travaux ont montré de la contribution déterminante de l'amélioration de p au progrès génétique en général : Duncan 1978, pour l'amélioration de la productivité des variétés de bouche aux USA, Greenberg et al, 1992 et Ndunguru, 1995 au Sahel pour l'adaptation à la sécheresse avec du matériel africain et indien.

Classiquement, les analyses de croissance requièrent des prélèvements destructifs en cours de culture (Duncan, 1978, ou Bell, 1993 pour l'étude de l'évolution de différents indices de récolte). Cependant, une estimation valable des paramètres du modèle de Duncan peut être obtenue à partir de l'analyse de la récolte finale et d'observations phénologiques sur le développement reproducteur (Williams et al, 1992 et 1997).

En couplant le modèle de Duncan au modèle phénotypique classique $Y = G + E + G \times E$, et en utilisant la méthode statistique de Finley et Wilkinson (1963), la stabilité des effets génotypiques (G) par rapport aux effets environnementaux (E) peut être estimée (pour Y, ainsi que pour C, D_R , et p). Des travaux récents conduits au Nord du Bénin (Adomou et al., 1997) font état de variétés présentant une meilleure stabilité de C et d'autres variétés présentant une meilleure stabilité de p.

Pour pouvoir estimer la stabilité les paramètres du modèle de Duncan, ou plus généralement les composantes du rendement, le même essai doit être répété dans plusieurs environnements : plusieurs implantations par campagne, avec plusieurs campagnes d'essais (en pluvial et sous irrigation) sont donc nécessaires. Cependant, cette activité débutant en 98, une faible disponibilité en semences a limité à un le nombre d'implantations possibles. Les semences produites en 98 serviront de multiplication pour les campagnes à venir.

Les objectifs pour 1998 consistaient à :

- Fournir une première évaluation agronomique et technologique des variétés fournies ;
- Identifier les variétés les plus performantes en production de graines de bouche, de façon à les tester en essai régional en 1999 (réseau d'essais à mettre en place en 1999 par plusieurs SNRA d'Afrique de l'Ouest dans le cadre du GGP) ;
- Compléter l'évaluation agronomique de la production de gousses avec le modèle de Duncan.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Les 25 variétés mises en comparaison sont présentées dans le tableau 1. Elles ont été fournies par l'Icrisat et l'Isra.

- L'Icrisat a fourni par le canal du Ggp un ensemble de 15 variétés (ICGVT 97) comprenant 9 virginia et 6 spanish, sélectionnées pour leur bonnes performances obtenues à Hyderabad en Inde, dans un environnement climatique voisin de celui prévalent dans les zones soudano-sahéliennes d'Afrique occidentale .
- L'Isra a fourni 10 variétés, soit 6 virginia et 4 spanish, provenant de la station de Nioro et du centre de Bambey. Certaines sont des obtentions de la recherche sénégalaise, d'autres sont des sélections dans du matériel local ou des introductions sélectionnées pour le Sénégal.
- GH 119-20 est une virginia américaine introduite au Sénégal en 1960 et largement vulgarisée en culture pluviale depuis plus de 30 ans dans le sud du Bassin Arachidier pour la production de graines de bouche, voire parfois de gousses triées export. Malgré de sérieuses vicissitudes en milieu producteur, elle reste notre variété témoin. Elle a servi de géniteur dans la plupart des croisements du programme sénégalais d'amélioration des variétés de bouche.
- NC 7 est la deuxième virginia américaine. Introduite dans le but de produire des graines ou des gousses export de gros calibres ("jumbo"), elle n'a pas percé en vulgarisation.
- 73-27 et 73-28 sont des obtentions sénégalaises qui ont connu un début de vulgarisation dans les années 80 dans le sud et l'est du pays pour la production de graines de bouche, et qui n'ont pas prospéré en milieu producteur pour des raisons indépendantes de la valeur des variétés. Ces virginia ont néanmoins été conservées et régulièrement multipliées par la recherche, puis retestées dans les années 90, la variété 73-27 donnant régulièrement de très bons résultats dans les essais variétaux multilocaux en culture pluviale (Ousmane Ndoye, communication personnelle).
- 756 est une virginia locale introduite dans cet essai en remplacement d'une autre virginia sénégalaise créée par la recherche, EH 301-13, mais dont les semences n'étaient pas disponibles en quantité suffisante. Sélectionnée dans une vieille population d'arachide du Sud du Sénégal, 756 A est variété à cycle long adaptée aux climats humides ; ses gousses et ses graines peu adaptées à l'usinage et aux débouchés de l'arachide de bouche export (coque non ceinturée et faiblement réticulée réputée retenir beaucoup de sable, graine à méplat marqué) ; elle a néanmoins servi de géniteur dans le programme sénégalais d'amélioration des variétés de bouche.
- H 75-0 est une virginia sénégalaise en expérimentation avancée, susceptible d'être proposée à la vulgarisation si elle confirme ses bonnes performances des campagnes antérieures.
- Trois des quatre spanish fournies par l'Isra sont originaires de l'Icrisat. Il s'agit de cultivars introduits antérieurement, conservés et multipliés en station.
- La quatrième spanish Isra est la variété Fleur 11 (PI 1174 selon la nomenclature internationale). C'est une variété chinoise (résultant d'un croisement interspécifique spanish x virginia, Ousmane Ndoye, communication personnelle), introduite au Sénégal en 1985, et sélectionnée pour sa productivité en conditions sèches. Vulgarisée depuis quelques années dans le centre du bassin arachidier, elle se montre également très performante en culture irriguée dans la Vallée du Fleuve Sénégal. Avec un poids de 100 graines de l'ordre de 45 à 55 grammes, voire 65 dans la Vallée, elle

a été retenue dans cet essai pour être confrontée aux autres spanish valorisables en production d'arachide de bouche.

Dispositif

- 25 variétés de bouche ou valorisables en bouche
- plan d'expérience : lattice 5 x 5 à 3 répétitions (page 403 dans W.G. Cochran and G.M. Cox. 1992. *Experimental designs (2nd edn)*. Chapter 10, Lattice designs, p 396-429)
- parcelle élémentaire (PE) de 10 m² (4 lignes de 5 mètres, interligne 0.5 m)
- densité de semis : 133.333 plants/hectare (interplant 0.15 m)

Implantation et conduite de la culture

- à la ferme irriguée de Bambeï, dans la sole allouée au Ggp, pendant la campagne d'hivernage 98
- sol : sableux dunaire meuble
- passé cultural : ferme irriguée (maraîchage et pépinière) jusqu'en 83, puis longue jachère plus ou moins exploitée pour le bois et le fourrage ; réhabilitation en 96 par déssouchage, apport important de fumier de bovins et labour profond
- précédents : arachide pendant l'hivernage 97, puis deux cultures d'engrais vert de mil enfouies précocement au cover-crop en contre-saison chaude 98¹
- semis le 30 juin, semis à 2 graines par poquet, avec démariage précoce effectué à la demande
- alimentation hydrique : irrigation par aspersion de fin juin à début août, relayée par les pluies qui ont été régulières et suffisantes jusqu'à fin septembre, puis par une irrigation finale en octobre ; l'eau d'irrigation étant chargée en calcaire, elle provoque une alcalinisation progressive du sol et des risques de chloroses ferrique²
- semences traitées au granox (bénomyl-captafol-carbofuran 10-10-20) à 0.2 %
- carbofuran : 100 kg par hectare de furadan 5G, fractionnés en deux apports (60 kg/ha au semis et le reste au 45^{ème} jour) ; le but de ces apports est de réduire l'hétérogénéité du peuplement de la levée à la récolte
- engrais NPK 6-20-10 : kg/ha en side-dressing à la levée
- désherbage à la demande

¹ L'enfouissement précoce est destiné à lutter contre *Polymixa graminis*, champignon vecteur du clump, maladie virale causant un rabougrissement de l'arachide ; les plants clumpés sont souvent groupés en taches ; à Bambeï, le clump cause de sérieux problèmes d'hétérogénéité ; en 98, l'hétérogénéité à la ferme irriguée a été sensiblement plus faible qu'en 97.

² Malgré la longue période de jachère, l'héritage des irrigations passées s'est en partie maintenu, puisqu'en août 97, le pH du sol en surface était compris entre 7 et 8, après seulement quelques irrigations entre juillet et mi-août.

Observations et analyses de récolte

- densités à la levée (7^{ème} et 20^{ème} jours) et à la récolte (2 lignes centrales)
- dates de 50 % de levée et de floraison (2 lignes centrales)
- suivi phytosanitaire : relevés et cotations à la demande
- suivi bi-mensuel de la surface foliaire, à partir du 30^{ème} jour (Licor LAI 2000)
- détermination de la date de récolte par analyse de maturité des gousses (noircissement du parenchyme intérieur des gousses) sur échantillon de 2 plantes prélevées deux fois par semaine sur les lignes latérales, à partir du 90^{ème} jour pour les spanish, et du 100^{ème} jour pour les virginia
- récolte à 65% de maturité (nombre / nombre)
- poids gousses et fanes (2 lignes centrales), après séchage prolongé à l'air libre
- analyse technologique et sanitaire des gousses (sur 1000 g de gousses) : proportions numériques et pondérales des gousses selon leur type (mono, bi ou tri graines), leur aspect (bonnes gousses, sans défaut et autres gousses : scarifiées, percées, cassées, tachées, ou malformées), et leur maturité (gousses matures et immatures)
- rendement au décorticage en graines TV (tout venant) et tri manuel des graines en bonnes graines HPS (hand picking selected) valorisables en bouche (soit en terminologie anglo-saxonne les SMK sound mature kernels) ou autres graines valorisables en huilerie industrielle³ (graines avariées ou petites et immatures, soit damaged kernels et other kernels), avec dénombrements et pesées
- pour mémoire : un deuxième tri a été effectué pour récupérer parmi les "autres graines" celles valorisables en semences dites de 2^{ème} choix (graines faiblement avariées ou faiblement ridées ou de petite taille pour la variété) ; ces semences de 1^{er} choix et de 2^{ème} choix ont été emballées en sachets conditionnés sous vide ou sous vide compensé à l'azote et livrées au Ggp.

Décomposition du rendement en graines de bouche

- L'équation du rendement en graines de bouche (en masse / ha) s'écrit :

$$\begin{aligned}
 & \text{nombre de plantes /ha} \\
 & \times \text{nombre de gousses /plante} \\
 & \times \text{masse d'une gousse} \\
 & \times \text{rendement au décorticage en graines tout venant} \\
 & \times \text{rendement au triage en graines HPS}
 \end{aligned}$$

- Les 1^{ère}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} composantes sont obtenues directement, la première par dénombrement, et les deux autres par pesées. La 2^{ème} composante est obtenue par calcul, en divisant la production de gousses par /ha, donnée mesurée, par le poids moyen d'une gousse, également mesurée (c'est la 3^{ème} composante).

³ Equipée pour le raffinage de l'huile et détoxification des tourteaux, car leur valorisation en huilerie artisanale est dangereuse pour la santé des consommateurs ; en effet les graines avariées, et *a fortiori* parmi elles les graines moisies, sont les catégories les plus contaminées par les aflatoxines, suivies par les graines immatures

Le modèle de Duncan

$$Y = C \times D_R \times p$$

Les paramètres du modèle sont déterminés à partir de données phénologiques et des données finales sur la récolte (Ndunguru et al, 1995).

Les données phénologiques concernent la détermination des durées D_T et D_R , D_T étant la durée totale du cycle de la culture, du semis à la récolte, et D_R la durée de la phase de croissance des gousses. La date de récolte constitue la deuxième borne commune à ces deux durées. Elle est fonction de la maturité, le seuil de 65% de gousses mures étant le plus fréquent dans la littérature⁴ ; en pratique, il est nécessaire d'opérer à des sondages avec analyse de maturité comme décrit dans le paragraphe précédent. La première borne de D_R correspond au début du stade de formation des gousses, qui se traduit par l'apparition d'un renflement à l'extrémité des gynophores une fois en terre ; elle est estimée, suivant la littérature, à partir de la date 50 % de floraison des gousses majorée de 14 jours (la variabilité génotypique et surtout environnementale de ce délai de 14 jours mériterait cependant d'être vérifiée).

Les données de récolte concernent les masses : cumul de la biomasse aérienne produite pendant le cycle et masse totale de gousses. Le cumul de biomasse aérienne produite pendant le cycle est estimé en multipliant par deux la biomasse des tiges (littérature, dont Adomou et al, 1997)). Le cumul de biomasse aérienne ne peut être estimé à partir la production de fanes à la récolte à cause de la défoliation, très variable suivant les conditions. D'après Tim Williams (communication personnelle, 1998), il est avéré que la biomasse foliaire et biomasse caulinaire maintiennent ce rapport d'égalité de façon très stable et constante, au cours du cycle de développement de la plante et quels que soient les conditions de culture et les types de variétés d'arachide. La biomasse des gousses est multipliée par 1,65 (coefficient d'ajustement énergétique) pour tenir compte de la plus grande valeur énergétique des lipides stockés dans les graines d'arachide (Duncan, 1978)⁵.

Les deux types de données, phénologiques et de récolte, servent à calculer deux taux de croissance, celui de la culture dans sa globalité, C ou CGR (Crop Growth Rate), et celui des gousses, PGR (Pod Growth Rate) :

$$CGR = [\text{biomasse aérienne} + (\text{biomasse des gousses} \times 1.65)] / D_T$$

$$PGR = (\text{biomasse des gousses} \times 1.65) / D_R$$

Le coefficient de répartition p est le quotient du taux de croissance des gousses sur celui de la culture :

$$p = PGR / CGR$$

⁴ Le seuil minimal de 50% de gousses mures est parfois retenu (Ndunguru *et al*, 1995)

⁵ Le coefficient 1.5 a été parfois retenu par certains auteurs. En fait, il nous semble que ce coefficient devrait tenir compte du taux de remplissage des gousses, qui peut varier dans d'assez fortes proportions selon les conditions environnementales (E) et les génotypes (G×E).

A noter que dans l'équation $Y = C \times D_R \times p$, le rendement en gousses Y doit être également ajusté ($\times 1,65$) pour que l'équation se vérifie⁶.

Une fiche technique présentée en annexe consigne les éléments à prendre en considération pour la mise en œuvre du modèle de Duncan.

Analyses statistiques

- Une variété n'ayant pas levé, l'analyse statistique du lattice n'était plus possible avec 24 entrées au lieu de 25. L'analyse de variance de l'essai a été effectuée selon un plan d'expérience en blocs complets randomisés, à l'aide du logiciel SAS⁷, procédure GLM (general linear model). Classement des moyennes par la méthode Newman-Keuls au seuil de 5%.
- En outre, 23 analyses de contrastes ont été effectuées sur les variables présentant un effet variétal significatif, soit pour comparer entre elles les meilleures variétés pour la production de graines de bouche ou comparer des groupes constitués à partir des virginia Icrisat et des Spanish Icrisat (tableaux 2 à 6), soit pour comparer des groupes correspondant à des partitions effectuées variable par variable (résultats non montrés).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les conditions de croissance ont été bonnes, hormis le pH du sol, alcalin et à la limite de l'induction de chloroses ferriques, notamment fin juillet - début août, avant l'installation des pluies. Ce problème a certainement limité la productivité des plantes et le rendement moyen de l'essai s'établit à seulement 2,65 tonnes de gousses par hectare. L'état sanitaire des cultures a été satisfaisant et n'a pas justifié de cotations particulières. A noter cependant une pression non négligeables des jassides, provoquant le jaunissement et l'incurvation de l'extrémité des folioles. A signaler également, tout à fait en fin de cycle, l'apparition brutale d'un foyer parfaitement délimité de plants ayant flétri, la cause de ce flétrissement étant encore indéterminée ; ce foyer a atteint une des 72 parcelles élémentaires, dont la production a été corrigée proportionnellement à l'extension du foyer⁸.

Les tableaux 2 à 6 consignent l'ensemble des résultats des 24 variétés pour les 37 variables analysées : analyses de variance, classement des moyennes et analyses de contrastes.

Tableau 2: La production de gousses

Tableau 3: La production de graines

Tableau 4: Le peuplement végétal

Tableau 5: Les composantes du rendement en graines de bouche

Tableau 6: Les paramètres modèle de Duncan

⁶ Le modèle de Duncan peut être utilisé avec d'autres cultures à développement indéterminé, telles que le pois chiche (Williams et Saxena, 1991). Dans ce dernier cas, aucun coefficient d'ajustement énergétique n'a été utilisé, les pois chiche n'étant pas des graines oléagineuses.

⁷ Grâce à la collaboration du Ceraas (Centre d'études régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse, Thiès) et à l'appui de David Boggio, biométricien

⁸ Production corrigée = production des plants sains / nombre de plants sains \times nombre total de plants

Malgré des coefficients de variation de l'ordre de 20 % pour les variables de productivité en gousses ou graines, l'essai a fourni des résultats permettant de faire ressortir les variétés les plus performantes pour la production de graines de bouche.

Des problèmes particuliers pour 5 variétés

Trois variétés pénalisées par des problèmes de dormance

Parmi les variétés fournies par l'Isra, certaines avaient été multipliées en contre-saison chaude à la station de Nioro du Rip (tableau 1). L'intervalle de 1 mois entre la récolte à Nioro et le semis à Bambeï s'est avéré insuffisant pour lever la dormance des variétés les plus dormantes. Trois variétés sénégalaises ont été particulièrement pénalisées et se retrouvent donc hors compétition pour cette année : 756A, 73-28 et H75-0). 756A ayant eu une levée très tardive, irrégulière et *in fine* très faible, elle s'est retrouvée *de facto* éliminée⁹.

Le cas très particulier de la spanish ICG 7641

Cette variété se démarque par un comportement tout à fait particulier, caractérisé par des contre-performances dans à peu près tous les domaines. Elle se démarque nettement en dernière position pour la production en gousses et de graines, le poids moyen d'une gousse ou d'une graine, le rendement au décorticage ainsi que la proportion de bonnes graines. Le peuplement à la récolte n'est pas en cause. La maturité insuffisante au moment de la récolte (47 % en nombre de gousses), pourtant réalisée à 119 jours (récolte la plus tardive), peut expliquer en partie la faiblesse du rendement au décorticage et de la proportion de bonnes graines, ainsi que la faiblesse de p (coefficient de répartition du modèle de Duncan). Mais le déficit de maturité ne semble pas suffire à tout expliquer. Le nombre de gousses par plante est égal à celui de la moyenne de l'essai, et inférieur à celui du groupe des spanish, et ne peut donc pas compenser les calibres minima. La surface foliaire pendant le deuxième mois, période de formation des gousses, se situe également à des niveaux très faibles, ce qui est peut être dû à des problèmes de croissance racinaire, intrinsèques à la variété ou liés au pH du sol à tendance basique. Enfin, les paramètres du modèle de Duncan présentent pour cette variété, dans les conditions de cet essai, les valeurs tout à fait extrêmes : maximum absolu pour D_R (durée de croissance des graines), minima absolus pour C (croissance journalière), et p (coefficient de répartition).

⁹ La variété 756 A s'est montrée particulièrement dormante, et c'est peut-être une caractéristique de cette vieille variété. Le niveau très élevée de dormance est certainement aussi à rechercher dans une maturité probablement insuffisante des semences imputable à une récolte un peu tôt hâtive pour cette variété à cycle plus long que les autres.

Pour occuper le terrain laissé vide par la défaillance de 756A, une spanish hâtive issue du programme Isra "Arasec" d'amélioration de l'adaptation pour la sécheresse a été semée un mois après les autres. Cette implantation a également échoué, la croissance ayant été très faible dès la levée, probablement en raison de conditions édaphiques au voisinage des premières racines rendues plus alcalines par les arrosages du premier mois (eau chargée en calcaire).

Autre cas particulier : Fleur 11

Cette spanish d'origine chinoise introduite et sélectionnée au Sénégal fut intégrée dans cet essai pour deux raisons. D'abord, au vu des calibres des semences reçues, équivalents pour certaines spanish ICGV, à celui de Fleur 11 (tableau 1). Ensuite, pour la forte productivité de Fleur 11 avérée au Sénégal dans de multiples essais en pluvial et sous irrigation. A la récolte, il s'est trouvé que les spanish ICGV présentaient des calibres bien plus importants qu'espéré au vu du calibre des semences reçues, alors que Fleur 11 est restée dans la gamme attendue, avec 53 grammes pour 100 graines HPS. Son petit calibre la marginalise dans cet essai, en compagnie de ICG 7641, et dans une moindre mesure de ICGV 93041. Fleur 11 se situe en tête pour la précocité de la récolte et la proportion de bonnes graines ou dans le groupe tête pour la précocité de la floraison et le nombre de gousses par plantes. Egalement bien classée pour le rendement au décorticage en graines HPS, elle présente un rendement au décorticage en graines tout venant (67 %) inférieur à la moyenne de l'essai (69 %), en partie imputable à un léger déficit relatif de maturité à la récolte (61 % de gousses mures). Sa production en gousses (2,36 t/ha) est inférieure à la moyenne de l'essai (2,66 t/ha), en raison d'un nombre de gousses par plante élevé (19) mais insuffisant à compenser la faiblesse du calibre, d'autant que le nombre de plants à la récolte (85 %) est inférieur à la moyenne de l'essai (88 %)¹⁰. A noter que les mesures de surface foliaire du mois d'août (deuxième mois de végétation) situent également Fleur 11 en queue de classement, cette situation s'améliorant en septembre. En tout état de cause, le léger déficit de densité de peuplement semble insuffisant à expliquer la contre-performance de Fleur 11. Comme pour ICG 7641, il ne faut pas exclure un possible problème de limitation de la croissance racinaire lié à une sensibilité variétale au pH du sol à réaction basique. Enfin, les paramètres du modèle de Duncan présentent pour Fleur 11, dans les conditions de cet essai, le minimum absolu pour D_R (durée de croissance des graines), et des valeurs proches des moyennes de l'essai et du groupe des spanish ICGV pour C (croissance journalière), et p (coefficient de répartition).

Commentaires sur les variables importantes

Dates de récolte et niveaux de maturité

Hormis Fleur 11 et ICG 7641, récoltées respectivement 95 jours et 119 jours après le semis, toutes les autres variétés ont été récoltées entre 102 et 114 jours après le semis, la maturité des gousses s'avérant légèrement supérieure à 2/3 (nombre de gousses mures / nombre total de gousses) ou 4/5 (poids de gousses mures / poids total de gousses). Excepté ICG 7641 qui se démarque par une maturité très faible, les tests de comparaison de moyennes et les contrastes testés ne font pas ressortir de différences significatives entre variétés pour la maturité. C'est bien ce qui était recherché dans la protocole, puisqu'il était prévu de récolter les variétés non à date fixe, ce qui implique des niveaux de maturité variables, mais à maturité fixe (ce qui implique des dates de récolte variables)¹¹. La gamme de maturité obtenue, qui si l'on excepte ICG 7641, varie de 55 à 77 % est tout à fait convenable et

¹⁰ Déjà à 20 jours, la densité du peuplement (92 %) situe Fleur 11 en queue de classement, ce qui est à relier à une faible faculté germinative (de l'ordre de 80 % contre 95 à 100 % pour les autres variétés dans les tests de germination réalisés en laboratoire avant le semis), que le semis à deux graines par poquet n'a pas suffi à compenser. Seules les variétés ayant eu des problèmes de dormance présentant des valeurs plus faibles pour les densités de peuplements.

¹¹ Lorsque les variétés sont bien connues, une solution de compromis peut être retenue, en programmant les dates de récolte d'après les groupes de précocité.

correspond à ce qui est généralement obtenu dans ce genre d'expérimentation (B.R. Ntare, communication personnelle).

Cependant, en examinant les données de plus près, on peut distinguer deux groupes de maturité : les variétés récoltées à "sur maturité" (moyenne et écart-type = $75,4 \pm 1,1$ %, maturité exprimée en nombre / nombre) et les variétés récoltées à maturité idoine ($64,2 \pm 4,3$). Or le contraste entre ces deux groupes est hautement significatif, ce qui signifie que *in fine* toutes les variétés n'ont pu être récoltées à maturité équivalente. Cela est attribuable aux insuffisances du "monitoring" de la maturité tel qu'il a été effectué. En premier lieu, le nombre de plants prélevés (2 par parcelle élémentaire et par sondage) est certainement insuffisant, car il aboutit parfois à moins de 30 gousses par échantillon. Secondairement, la cadence des prélèvements n'a pas toujours été bien respectée, et le délai entre le prélèvement positif et la récolte effective de la parcelle a été parfois trop long. C'est là le point sensible de la méthode de Duncan, sur lequel il faudra porter une attention particulière en 1999.

En effet, le niveau de maturité affecte le niveau de remplissage des graines, et par conséquent, le niveau des variables concernant les poids des gousses et des graines, le rendement au décortilage, la proportion de bonnes graines, et *in fine*, les performances de la culture. En somme, les 3 termes du modèle de Duncan sont sensibles à la variation de maturité. Les histogrammes et le tableau récapitulatif présentés en annexes (annexes 1.1, 1.2 et 1.3) illustrent les différences de performances enregistrées dans notre essai entre les gousses mures et les gousses immatures. Par simulation, il est possible de permettre d'apprécier les variations de performances liées aux variations de maturité. Dans notre domaine de variation, une progression de 50 à 80 % de gousses mures à la récolte entraîne un gain de 2,5 points du rendement au décortilage en graines tout venant, et de 8 points sur le rendement en graines HPS (décortilage + tri). Une variation de maturité de 50 à 65 % entraîne un gain 1,2 points du rendement au décortilage (graines TV), et de 5 points sur le rendement en graines HPS (décortilage + tri). Ces variations illustrent bien toute l'importance de parvenir à maîtriser au mieux la cinétique d'évolution des niveaux de maturité à la récolte, tout en relativisant son importance. Pour 1999, il faudrait parvenir à limiter à ± 5 points les variations autour de la valeur cible fixée 65 % (en nombre/nombre) par la plupart des auteurs.

Groupes de précocité

Comme nous venons de le voir, toutes les variétés excepté Fleur 11 et ICG 7641, ont été récoltées entre 102 et 114 jours après le semis, à maturité convenable. Bien que cette gamme de précocité soit restreinte, on peut considérer 2 groupes de variétés, les précoces récoltées avant la date moyenne et les tardives récoltées après. Le groupe des variétés "tardives", récoltées à 110-114 jours, se compose des virginia (Icrisat + Sénégal + NC7), et le groupe des "précoces", récoltées 102-109 jours, qui se compose des spanish. Seules 2 variétés échappent à ce regroupement : ICGV 93030, spanish à grosses graines qui se retrouve parmi les tardives, et H75-0, virginia à petites graines qui se retrouve parmi les précoces (ceci étant à considérer avec précaution en raison des problèmes d'établissement du peuplement qu'a connus cette variété, suite aux problèmes de dormance). Les tests des contrastes confirment ces différences, puisque les virginia et les spanish de l'Icrisat diffèrent significativement, et que la virginia sénégalaise 73-27 diffère des spanish en général et de 88434 en particulier.

Des calibres variés

A défaut de pouvoir grader exactement la production de graines (répartition par calibres par tamisage à travers un jeu de grilles normalisées à l'aide d'une chaîne stock-farmer, opération qui nécessite des

quantités de graines de l'ordre de 5 kg), les poids moyens de 100 graines fournissent une approximation du calibre moyen des graines récoltées. Moyennant une conversion, il est ainsi possible de situer les performances des variétés selon la classification américaine, qui s'appuie sur le nombre de graines à l'once. Cette classification considère des catégories (virginia, runner, et spanish) et des grades (par exemple 50/60 graines à l'once), certains grades pouvant se recouper au sein des catégories ou entre catégories (Annexe 2).

La partition effectuée sur la variable poids de 100 graines HPS est très voisine de celle effectuée sur la variable poids de 100 graines tout venant, les contrastes entre groupes étant significatifs. Les 2 groupes extrêmes se démarquent clairement.

- Le premier groupe comprend deux virginia à graines "extra-large, XL" (grade 28/32), de l'ordre de 1 gramme par graine : ICGV 93077 et l'américaine NC7.
- Le quatrième et dernier groupe est constitué de trois spanish : Fleur 11 et de ICG 7641, qui se classent dans le grade 50/60 spanish N°1 (environ 0,5 g/graine), et de ICGV 93041 qui se classe dans le grade 40/50 US runner (0,66 g/graine).

Les deux groupes centraux couvrent les intervalles [0,7 - 0,8] et [0,8 - 0,9] g/graine, qui réunis correspondent au grade 32/40 virginia medium de la classification américaine.

- Le groupe [0,8 - 0,9] comprend 10 variétés, soit la totalité des virginia de l'Icrisat (excepté celle à graines XL) et deux spanish. Les deux meilleures variétés de ce groupe se situent à la limite inférieure du grade XL.
- Le groupe couvrant l'intervalle [0,7 - 0,8] g/graine peut également être classé en runner jumbo 35/45, car les classifications des virginia et des runner se recouperent en partie ; il est composé de 4 spanish de l'Icrisat et des 4 virginia sénégalaises.

Il convient de signaler que la moyenne des 9 spanish ICGV (73 grammes pour 100 graines HPS) se situe pratiquement au barycentre du grade runner jumbo 35/45, et que la moyenne des 9 virginia ICGV (89 grammes pour 100 graines HPS) se situe exactement à la frontière entre les grades virginia XL et virginia medium, le contraste entre les deux ensembles (9 spanish contre 9 virginia) étant très hautement significatif. Quant aux virginia sénégalaises, elles sont toutes situées dans l'intervalle [0,7 - 0,8] g/graine, ce qui les rapproche davantage des spanish ICGV que des virginia ICGV.

Les paramètres du modèle de Duncan

Les valeurs prises par les paramètres C, D_R et p sont conformes à celles rencontrées dans la littérature. Les valeurs de C sont comprises entre 51 et 79 kg/ha/jour de matière sèche (ajustée pour l'énergie) ; la moyenne de 66 kg/ha/j est largement inférieure au potentiel climatique théoriquement accessible, évalué à 150 kg/ha/j dans des conditions comparables en Inde (d'après Adomou *et al*, 1997, citant le rapport annuel de l'Icrisat pour la campagne 1982). Les variations de C liées aux géotypes ne sont pas significatives .

Les valeurs de D_R sont comprises entre 48 et 75 jours, la moyenne s'établissant à 63 jours. Les variations de D_R liées aux géotypes sont significatives. L'analyse des contrastes fait ressortir 3 groupes : un groupe de variétés à développement reproducteur long, supérieur à 67 jours (5 virginia et une spanish à cycle long + le cas particulier de ICG 7641), un groupe de variétés à développement reproducteur court, inférieur à 61 jours (5 spanish + 2 cas particuliers H75-0 ainsi que 73-28 pour les mêmes raisons d'hétérogénéité des stades phénologiques en rapport avec les problèmes de dormance),

et un groupe intermédiaire. Certains contrastes particuliers s'avèrent également significatifs. La gamme des valeurs de D_R obtenue n'appelle pas de commentaire particulier.

Les valeurs du coefficient de répartition p sont comprises entre 0,65 (ICG 7641) et 1,24 (H75-0), ou 0,92 et 1,19 si on exclut ces deux valeurs extrêmes dont on a vu qu'elles sont dues à des cas très particuliers. Les variations de D_R liées aux génotypes sont significatives. L'analyse des contrastes est significative pour quelques comparaisons particulières ainsi que pour une partition des variétés en 3 groupes. La gamme des valeurs de D_R obtenue appelle des commentaires particuliers, car la moyenne se situe à 1,06, avec 20 variétés sur 24 présentant des valeurs supérieures ou égales à 1.

En effet, d'un coefficient de répartition (ou partage) on s'attend à ce qu'il reste inférieur à 1. C'est le cas par exemple dans Williams et Saxena sur pois chiche (1991). Adomou et al (1997) rappellent en introduction de leur article que les premières variétés d'arachide présentaient des coefficients de répartition inférieurs à 0,5 alors que les sélections récentes présentent typiquement des coefficients élevés, de l'ordre de 0,9 ou davantage, l'effort de sélection ayant conduit en général à des variétés plus déterminées. Dans le même papier, ils font état de leurs résultats avec des valeurs de p comprises entre 0,76 et 0,97 en culture pluviale et entre 0,81 et 1,40 en culture irriguée. Avant cela, Greenberg et al (1992) avaient obtenu des résultats équivalents : valeurs de p comprises entre 0,1 et 0,9 en culture pluviale et entre 0,8 et 1,1 en culture irriguée.

En fait, il apparaît par construction que 1 ne représente pas une valeur limite pour p , car p est le quotient entre deux vitesses de croissance moyens, CGR et PDR, qui ne se rapportent pas aux mêmes périodes. CGR et PDR sont des bilans de fin de cycle (ratios biomasses / durées), et correspondent à des pentes, les courbes de croissance étant assimilées à des droites. En réalité les courbes de croissance sont des sigmoïdes, qui comprennent des phases de croissance lente en début et fin de période ; celles-ci sont plus importantes, relativement, pour la biomasse totale que pour les organes reproducteurs¹². Dans ces conditions, il peut advenir que la pente de la deuxième droite de croissance (PGR) soit supérieure à la pente de la première (CGR), ce qui aboutit à un $p > 1$.

Des valeurs de p supérieures à 1 peuvent également s'expliquer par le fait que le modèle de Duncan fait démarrer D_R 14 jours après la floraison, ce qui revient à écourter le développement reproducteur en supprimant la phase de croissance lente correspondant à la croissance des gynophores. En faisant démarrer le développement reproducteur D_R à la floraison, on réduirait les valeurs de p . A noter également que p augmente avec le coefficient d'ajustement énergétique appliqué à l'arachide en raison de sa forte teneur en huile. En appliquant à nos données un coefficient de 1,5, à l'instar de certains auteurs, au lieu de 1,65, la moyenne de p diminuerait de 1,06 à 1,02. Un examen critique du choix des valeurs du coefficient d'ajustement énergétique serait probablement utile.

En outre, il faut considérer que la production de gousses ne résulte pas seulement du partage des produits de la photosynthèse quotidienne entre les gousses et les autres organes en croissance, mais qu'elle résulte aussi de la remobilisation d'assimilats précédemment orientés vers les tiges et les feuilles puis remobilisés en faveur des gousses à la faveur des processus normaux de sénescence affectant les feuilles et les tissus âgés. Le paramètre p étant le ratio masses de gousses / durée, il

¹² En effet, la phase végétative en début de cycle correspond à une la phase de croissance lente, la phase de croissance rapide intervenant généralement avec le début de la floraison.

intègre aussi la remobilisation, ce qui contribue aussi à expliquer qu'il puisse être supérieur à 1. Le terme de coefficient de répartition, *a priori* inférieur à 1, utilisé pour désigner p dans la littérature ne semble donc pas approprié ; les termes "coefficient d'allocation aux gousses" ou "force de puits reproducteur" seraient peut-être plus indiqués.

Enfin, si les valeurs de D_R n'appellent pas de commentaire particulier, celles de C et p semblent respectivement faibles et élevées. Cette situation peut être reliée aux conditions particulières d'implantation de l'essai : irrigation en début de cycle avec une eau chargée en calcaire sur un sol déjà alcalinisé¹³. En effet, la croissance végétative a pu être limitée pendant les 40 premiers jours (avant l'installation des pluies) par une disponibilité en fer insuffisante maintenant les plantes dans une situation à la limite de la chlorose ferrique. En revanche, la richesse du sol en calcium a permis une bonne croissance des gousses, puis un bon remplissage, leur permettant d'atteindre des tailles de gousses et de graines proches du potentiel variétal.¹⁴

Les composantes du rendement en graines de bouche

Les productions à l'hectare en graines TV et HPS se déduisent, dans l'ensemble, assez fidèlement des productions en gousses, via le rendement au décorticage et la proportion de bonnes graines, variables qui fluctuent relativement peu autour de leur moyenne (voir graphes planche 1). Ainsi, 9 des 10 meilleures variétés pour la production de gousses se retrouvent dans les 10 meilleures variétés pour la production de graines de bouche HPS. Cependant, leur classement a été partiellement bouleversé, certaines ayant été avantagées par des combinaisons rendement au décorticage \times proportion de graines HPS élevées, et d'autres pénalisées dans le cas contraire.

Quant aux deux composantes de la production de gousses /ha, soit le nombre de gousses /ha et le poids moyen d'une gousse, aucune des deux ne semble primer de façon évidente. En effet, ces deux composantes présentent approximativement la même gamme de variation, approximativement de 1 à 2. Ceci n'est pas surprenant dans le contexte de notre expérimentation, l'importante gamme variétale augmentant les variations du poids moyen d'une gousse, et l'unicité des conditions des cultures réduisant la variation du nombre de gousses /ha.¹⁵ Cette dernière composante est d'ailleurs principalement déterminée par les variations du nombre de gousses par plante (de 1 à 2), celles du nombre de plantes par hectare étant 4 fois moindres (planche 1).

En portant sur un premier graphe la composante nombre de gousses par plante en fonction du nombre de plantes par hectare, puis sur un deuxième graphe la composante poids moyen d'une gousse par

¹³ Valeurs comprises entre 7 et 8 pour le pH du sol, horizon 0-20 cm, d'après des mesures effectuées en août 1997.

¹⁴ En effet, le calcium des gousses et des graines est directement absorbé par les coques ; le Ca absorbé par les racines est distribué dans le sens ascendant par la voie xylémique (flux transpiratoire) mais n'est pas redistribué dans le sens descendant par voie phloémique (sève élaborée).

¹⁵ Tel n'est pas le cas des réseaux de tests ou essais en milieu paysan, avec des variétés en nombre très restreint et des situations culturales très diversifiées, où les variations de la première composante (les nombres de gousses) sont généralement bien plus importantes et déterminantes du rendement que les variations de la deuxième composante (les poids moyen d'une gousse).

rapport au nombre de gousses /ha, et en y dessinant les courbes enveloppes (planche 1), il semblerait que, dans les conditions de notre essai, les seuils de compétitions entre composantes (Fleury,1990) aient été atteints : au delà de 110.000 plantes /ha, le nombre de gousses par plante aurait été limité par le nombre de plantes, et au delà de 1,4 millions de gousses par hectare, le poids moyen d'une gousse aurait été limité. Or nous avons vu que les variables rendant compte de la croissance individuelle des gousses et des graines sont élevées et proches du potentiel variétal (poids moyen d'une gousse, maturité, rendement au décorticage et poids moyen d'une graine TV et HPS). La principale source de variation du poids moyen d'une gousse étant dans notre cas le génotype, le diagnostic ne peut être porté directement en ces termes. Les variétés les plus productives se trouvent logiquement le long de la courbe enveloppe du deuxième graphe. Tout se passe néanmoins comme si les variétés à grosses gousses avaient formé - ou conservé - un moindre nombre de gousses, en s'ajustant à un niveau de production limité à environ 3 tonnes de gousses par hectare. Ces considérations sont cohérentes avec celles formulées en conclusion du point précédent sur les paramètres du modèle de Duncan.

Les variétés sélectionnées

Les dix meilleures en production de graines de bouche

S'agissant d'un essai d'arachide de bouche, la sélection s'est faite sur les performances de productivité en graines HPS. Les 10 meilleures variétés pour la production de graine de bouche ont été retenues pour l'essai régional arachide de bouche Afrique de l'Ouest proposé pour 1999-2000 par le GGP (planche 1). Neuf de ces 10 variétés présentent des valeurs du coefficient de répartition p du modèle de Duncan supérieures à la moyenne, la dixième n'étant pas très éloignée de la moyenne (voir graphe planche 2). Quatre variétés présentant des valeurs de p élevées ne figurent pas dans le groupe des 10 variétés retenues : d'une part, H75-0 et 73-28 pénalisées par les problèmes de dormance, et d'autre part Fleur 11 et ICGV 93041, qui en raison de leur petit calibre s'avèrent "hors jeu" dans cet essai. Il apparaît donc dans l'ensemble une bonne adéquation entre production de graines de bouche et le coefficient de répartition. Ceci est en accord avec la littérature ancienne (Duncan, 1978), le progrès génétique sur l'amélioration de la productivité se traduisant généralement par une amélioration de p , coefficient qui recouvre la notion de force de puits reproducteur, ou d'allocation de la croissance totale à la production utile. Des travaux plus récents (Greenberg *et al.*, 1992 ; Ndunguru *et al.* 1995) font également état de l'influence de p sur la stabilité des rendements en culture pluviale, mais pour pouvoir apprécier cet aspect-là, il faudrait disposer de résultats obtenus dans des environnements variés.

La plus performante : 73-27, une virginia sénégalaise

Cette variété se retrouve en première position pour la production de gousses et de graines HPS. Pour ce qui est de la production de gousses, même si elle ne parvient pas à se démarquer significativement de ses suivantes immédiates, elle forme avec ces dernières (ICGV 94204, 88421, GH 119-20 et 88434) un groupe de 5 variétés au rendement supérieur à 3 tonnes par hectare, significativement supérieur aux autres.

Le rendement en gousses de 73-27 est la résultante d'un poids de 100 gousses moyen et d'un nombre de gousses par hectare élevé (les trois variétés ayant un nombre de gousses à l'hectare plus élevé étant des spanish à petites gousses). Le nombre de gousses par hectare est lui même la résultante d'un nombre de gousses par plante moyen et d'un nombre de gousses par plante élevé.

Pour ce qui est des paramètres du modèle de Duncan, 73-27 se situe dans le groupe de tête pour C et D_R , et en milieu de classement pour p. Le niveau élevé de C traduit une croissance globale soutenue ; ceci est parfaitement cohérent avec les mesures de surfaces foliaires, qui sont supérieures à la moyenne à partir de mi-août et en première position à partir de mi-septembre. Le niveau moyen de p (proportion de la croissance allouée à la production de gousses) est compensé par le niveau élevé de D_R , qui résulte d'une floraison plutôt précoce et d'une récolte plutôt tardive. La stabilité de C étant généralement moindre que celle de p et D_R , il conviendra de confirmer les bonnes performances de 73-33 dans d'autres environnements.

La première position de 73-27 en production de gousses est consolidée en production de graines HPS grâce à un excellent classement pour le rendement au décorticage qui se maintient lorsqu'on le compose avec la proportion de bonnes graines (HPS). En effet, 73-27 constitue avec 4 autres variétés un groupe au rendement à l'égrenage très élevé, proche de 75 %, et significativement supérieur à celui du groupe suivant, peu dispersé autour de la valeur moyenne de 70 %. Dans les variétés du groupe de tête, on retrouve deux variétés qui se trouvaient déjà dans le groupe de tête pour la production de gousses, soit 88434 et GH 119-20 (variétés à graines "moyennes"), et deux autres variétés à grosses graines, soit NC7 (graines XL) et ICGV 93030 (spanish à grosses graines).

GH 119-20, un témoin encore honorable

Témoin incontournable dans les essais variétaux d'arachide de bouche au Sénégal, cette virginia américaine vulgarisée depuis une trentaine d'années en culture pluviale dans le sud du bassin arachidier connaît de sérieuses vicissitudes en milieu producteur depuis au moins une quinzaine d'années. Ces problèmes correspondent à une faible valorisation de la récolte en produits de bouche haut de gamme (faible proportion de graines HPS, calibres élevés non représentés) et tiennent à deux types de facteurs :

- absence de renouvellement des semences à partir du noyau génétique de la variété conservé par la Recherche,
- péjoration des conditions de production de la culture arachidière (culture continue mil arachide, bilans organo-minéraux déficitaires),

la contribution respective de ces deux types de facteurs (génétique et agro-environnemental) restant à évaluer.

Les résultats obtenus dans notre essai confirment la valeur intrinsèque de GH 119-20 comme variété de bouche : 55 % de rendement en graines HPS de grade jumbo runner 35/45, valeurs proches du potentiel variétal¹⁶. Sa productivité élevée la classe dans le groupe des 5 variétés les plus productives

¹⁶ En milieu producteur, les performances sont bien moindres : 6 à 7 points de moins pour le rendement en graines HPS classées dans le grade 45/55.

(production de gousses supérieure à 3 tonnes par hectare). Un rendement à l'égrenage élevé associé à une proportion de graines HPS moyenne lui permettent de conserver son rang dans le classement productivité en graines de bouche. Récoltée à 112 jours avec une maturité excellente, elle devance les virginia ICGV pour la production de graines de bouche et se retrouve aisément classée dans le groupe de tête des 10 meilleures variétés de bouche retenues pour l'essai régional 1999-2000.

La NC7, pour la production de graines XL

Malgré une productivité en gousses un peu faible (inférieure à 3 t/ha), NC7 se retrouve dans le groupe de tête pour la productivité en graines de bouche grâce à des valeurs excellentes pour le rendement à l'égrenage et plus encore pour la proportion de graines HPS. Ses graines de très gros calibre correspondent au grade 28/32, virginia extra-large (XL). A noter que NC7 présente une floraison très précoce pour une variété tardive (respectivement 3 et 4 jours de mieux par rapport à GH 119-20 et 73-27) et une valeur élevée pour le coefficient p (partitioning, modèle de Duncan).

ICGV 93077 est une autre virginia produisant des graines XL, mais elle ne figure pas dans le groupe des 10 meilleures variétés pour la productivité gousses ou graines HPS. Ces deux variétés sont les seules parmi les 24 étudiées à produire ces graines XL et peuvent être retenues pour d'éventuelles évaluations ultérieures ciblées XL (production d'arachides à très grosses graines).

Les trois meilleures virginia ICGV

Trois virginia ICGV se sont avérées productives en graines de bouche grâce à une très bonne productivité en gousses (environ 3 t/ha) et des taux moyens pour le rendement à l'égrenage et la proportion de bonnes graines. Ces trois variétés à cycle long (≥ 110 jours) et à grosses graines (grade 32/40 virginia medium) sont tout à fait typiques des classiques virginia de bouche. Par rapport aux trois autres virginia commentées ci-dessus, elles s'avèrent comparables pour la longueur des cycles, elles s'en différencient par la taille des graines, intermédiaire entre les XL (représentée par NC7) et les jumbo runner (représentées par les virginia sénégalaises¹⁷, 73-27 et GH 119-20).

Quatre spanish ICGV parmi les virginia de bouche

Quatre spanish se retrouvent parmi les 10 variétés les plus productives de cet essai, aux côtés des 6 virginia commentées ci-dessus. Parmi ces 4 variétés, deux sont à grosses graines, soit ICGV 93030 et ICGV 93057 (grade virginia medium 32/40), la première présentant un cycle long comparable à celui des virginia ICGV de même calibre (112 jours), et la seconde étant un peu plus précoce (106 jours). Les 2 autres, soit ICGV 88434 et ICGV 88421, présentent des graines moins grosses (jumbo runner 35/45). En cela, elles sont comparables aux deux virginia "sénégalaises" à savoir 73-27 et GH 119-20, mais elles s'en différencient par une plus grande précocité (10 jours d'écart à maturité équivalente, soit 102-104 jours pour les spanish contre 112-114 jours pour les virginia).

ICGV 93030 et ICGV 88434 se distinguent par des valeurs élevées pour le rendement à l'égrenage et la proportion de graines HPS, alors qu'inversement, ICGV 88421, très productive en gousses, s'est

¹⁷ Le terme sénégalisée serait plus approprié pour GH 119-20.

trouvée pénalisée par des valeurs faibles pour ces deux paramètres de la productivité en graines HPS. Cet aspect mérite d'être surveillé dans les évaluations futures.

Certaines de ces spanish offrent des potentialités intéressantes à exploiter en production de graines de bouche, notamment en raison de leur précocité. Cependant, leur domaine d'utilisation demandera à être défini avec soin, en raison notamment des risques liés à la sensibilité généralement plus importantes des spanish vis à vis des maladies foliaires, et peut-être, de la moindre vigueur de leur système racinaire.

EN CONCLUSION, LES PERSPECTIVES

Pour 1999, la disponibilité en semences étant plus importante, l'évaluation agronomique des variétés de bouche devrait être poursuivie aux niveaux régional et national. Par bouche, on entend ici des variétés produisant des graines de calibre suffisant pour être classées dans les grades des catégories commerciales virginia et runner (grade 40/50 et supérieurs). Les variétés produisant des graines plus petites dans les catégories commerciales spanish ne sont pas considérées ici comme variétés de bouche, bien qu'elles puissent être aussi valorisées en bouche.

Le GGP propose aux NARS d'Afrique de l'Ouest un essai régional à conduire en réseau, avec les 10 variétés les plus productives en graines de bouche de l'essai de Bambey 1998. Ce panel offrant une importante diversité de types botaniques, de calibres (voir graphe planche 3) et de précocité, il sera possible aux sélectionneurs ou aux agronomes des NARS d'identifier les variétés de bouche les mieux adaptées à leurs besoins et à leur contraintes. Parmi ces variétés, GH 119-20 et 73-27 devront confirmer les excellentes performances obtenues à la ferme irriguée de Bambey en 99.

Au niveau national, outre l'essai régional qu'il est proposé de mettre en place en culture pluviale à Nioro, des essais nationaux spécifiques pourraient être envisagés, notamment un essai avec des variétés à grosses graines valorisables en culture irriguée dans la Vallée du Fleuve, et un ou plusieurs autres essais avec des variétés à graines moins grosses plus adaptées *a priori* à la culture pluviale, mais qu'il serait également possible de tester en culture irriguée (voir tableau planche 3). Les variétés proposées pour ces essais sont présentées dans le tableau X. Une attention particulière devra être apportée au comportement des variétés de types spanish, potentiellement avantagées en culture pluviale par leur meilleure précocité mais potentiellement désavantagées par leur plus grande sensibilité aux maladies foliaires.

Enfin, en amont, il conviendrait de remettre en essai en 99 la plupart des variétés testées en 98, si possible sur deux sites (Bambey, et Nioro), afin d'évaluer la stabilité de leurs performances. Les performances de H75-0, virginia sénégalaise pénalisées par des problèmes de dormance en 98, méritent d'être évaluées précisément, notamment par rapport à 73-27 et GH119-20. Concernant la 73-28, si l'on considère que par le passé, elle s'est régulièrement montrée moins productive que 73-27, elle pourrait être écartée du programme d'évaluation de 1999. De même la 756A pourrait ne pas être reconduite, en raison de la morphologie particulière de la gousse et de la graine. Quant aux spanish plus précoces à graines plus petites, telles que Fleur 11, elles correspondent à une autre catégorie commerciale. En contrepartie des variétés écartées, de nouvelles introductions proposées par l'ICRISAT seront en complément des variétés maintenues.

TABLEAUX, PLANCHES ET ANNEXES

Tableau 1:	Les variétés de l'essai
Tableau 2:	La production de gousses
Tableau 3:	La production de graines
Tableau 4:	Le peuplement végétal
Tableau 5:	Les composantes du rendement en graines de bouche
Tableau 6:	Les paramètres modèle de Duncan
Planche 1 :	Les composantes du rendement en graines de bouche
Planche 2. :	Les paramètres du modèle de Duncan
Planche 3 :	Les variétés sélectionnées

Annexe 1.1 : Variations du poids moyen des gousses et des graines en fonction des catégories de gousses

Annexe 1.2 : Variations du rendement au décorticage en fonction des catégories de gousses

Annexe 1.3 : Résumé des effets simples dus aux catégories de gousses

Annexe 2 : Classification américaine des grades d'arachides de bouche

Annexe 3 : Fiche technique sur le modèle de Duncan.

Tableau 1. Les variétés mises en comparaison

N°	code variété	type botanique	pedigree	origine des semences
1	ICGV 92151	spanish	ICGV 88361 x USA 54	ICGVT 97
2	ICGV 92167	spanish	M 13 x ICGV 86734	ICGVT 97
3	ICGV 92173	spanish	ICGV 88362 x ICGV 88390	ICGVT 97
4	ICGV 93030	spanish	USA 10 x ICGV 86564	ICGVT 97
5	ICGV 93041	spanish	ICGV 86361 x (ICGV 88361 x ICG 7888)	ICGVT 97
6	ICGV 93057	spanish	ICGV 88361 x ICGV 88390	ICGVT 97
7	ICGV 93077	virginia	ICGV 86564 x ICG 1105	ICGVT 97
8	ICGV 93095	virginia	USA 14 x ICGV 86564	ICGVT 97
9	ICGV 93104	virginia	ICGV 88361 x ICGV 88390	ICGVT 97
10	ICGV 94198	virginia	ICGV 88361 x (ICGV 88361 x ICG 7878)	ICGVT 97
11	ICGV 94204	virginia	USA 54 x (ICGV 86564 x ICG(FDRS) 39-1 x ICGV 88438	ICGVT 97
12	ICGV 94205	virginia	USA 54 x (ICGV 86564 x ICG(FDRS) 39-1 x ICGV 88438	ICGVT 97
13	ICGV 94216	virginia	Chalimbana x ICGV 88381	ICGVT 97
14	ICGV 94217	virginia	ICGV 88402 x Chalimbana	ICGVT 97
15	ICGV 94222	virginia	ICGV 88362 x ICGV 88390	ICGVT 97
16	ICGV 88421	spanish		Bambey Cs98
17	ICGV 88434	spanish		Bambey Cs98
18	ICGV 7641	spanish		Bambey Cs98
19	756 A	virginia	Sénégal, sélection dans une population locale de Casamance	Nioro Cs98
20	73-27	virginia	Sénégal, sélection F8 756 A x GH 119-20, lignée 252	Bambey Cs98
21	73-28	virginia	Sénégal, sélection F8 756 A x GH 119-20, lignée 255	Bambey + Nioro, Cs98
22	H 75-0	virginia	Sénégal, sélection GH 119-20 x 57-422, lignée	Bambey + Nioro, Cs98
23	(PI 1174) Fleur 11	spanish	Chine	Bambey Cs98
24	GH 119-20	virginia	USA, Georgia	Nioro Cs98
25	NC 7	virginia	USA, North Carolina	Bambey Cs98

ICGVT : Icrisat groundnut varieties trial 1997

Cs98 : contre-saison 1998.

Tableau 2. Analyse de variance et comparaison des moyennes sur la production de gousses

variété et type botanique		Types de gousses			Aspect des gousses		Maturité gousses		Poids moyen d'une gousse g	Productivité en gousses t/ha
		monograines % nombres	trigraines % nombres	bigraines %poids	bonnes % nombres	autres %poids	nb/nb %	pds/pds %		
73-27	virginia	19 F	4.9 A	81 DE	63	71	75 A	81 A	1.7 ABCD	3.36 A
ICGV 88434	spanish	23 EF	0.1 C	85 BC	61	70	75 A	85 A	1.51 CD	3.03 A
ICGV 93030	spanish	26 CDE	0.0 C	82 CDE	56	65	66 AB	76 AB	1.63 BCD	2.81 AB
NC 7	virginia	18 F	0.9 C	87 AB	60	70	76 A	85 A	1.97 AB	2.76 AB
GH 119-20	virginia	22 EF	2.6 B	83 CDE	57	67	75 A	83 A	1.75 ABC	3.04 A
ICGV 93057	spanish	25 DEF	0.8 C	82 CDE	65	76	68 AB	77 AB	1.62 BCD	2.74 AB
ICGV 94204	virginia	21 EF	0.4 C	87 AB	65	72	75 A	85 A	1.59 CD	3.13 A
ICGV 93104	virginia	26 CDE	0.2 C	82 CDE	63	73	67 AB	79 AB	1.82 ABC	2.97 AB
ICGV 94222	virginia	32 BC	1.0 C	76 F	60	70	63 AB	74 AB	1.69 ABCD	2.98 AB
ICGV 88421	spanish	18 F	0.6 C	89 A	61	72	61 AB	75 AB	1.45 CD	3.12 A
ICGV 92151	spanish	33 B	0.3 C	77 F	68	76	77 A	86 A	1.52 CD	2.69 AB
ICGV 93077	virginia	34 B	0.1 C	75 F	61	71	70 AB	80 AB	2.00 A	2.56 AB
ICGV 93095	virginia	30 BCD	0.2 C	82 CDE	57	65	55 AB	65 AB	2.04 A	2.77 AB
Fleur 11	spanish	26 CDE	0.1 C	85 BCD	73	82	61 AB	72 AB	1.09 E	2.36 AB
ICGV 94217	virginia	33 B	0.9 C	73 FG	61	71	76 A	86 A	1.64 BCD	2.33 AB
73-28	virginia	22 EF	3.7 B	82 CDE	63	73	76 A	84 A	1.7 ABCD	2.41 AB
ICGV 92173	spanish	30 BCD	1.0 C	80 E	69	76	76 A	86 A	1.6 BCD	2.42 AB
ICGV 92167	spanish	39 A	0.1 C	71 G	68	79	66 AB	80 AB	1.35 D	2.46 AB
ICGV 94205	virginia	23 EF	0.8 C	85 BC	63	73	59 AB	69 AB	1.63 BCD	2.67 AB
ICGV 93041	spanish	18 F	0.2 C	88 AB	57	64	69 AB	78 AB	1.56 CD	2.71 AB
ICGV 94198	virginia	33 B	0.3 C	76 F	61	72	73 A	82 A	1.8 ABC	2.17 AB
H 75-0	virginia	23 EF	3.4 B	81 DE	55	67	63 AB	75 AB	1.59 BCD	2.37 AB
ICG 7641	spanish	22 EF	0.4 C	85 BC	50	60	47 B	58 B	0.90 E	1.51 B
ICGV 94216	virginia	31 BC	2.8 B	74 FG	62	74	66 AB	78 AB	1.8 ABC	2.08 AB
Moyenne générale		26	1.1	81	62	71	68	78	1.62	2.65
F de Fisher		17.61***	13.62 ***	34.59 ***			2.4 **	2.43 **	11.28 ***	2.03 *
Coefficient de variation (%)		9.4	59.0	1.8			13.0	10.1	8.2	18.7
Contrastes testés										
73-27 / ICGV 88434		3.52 ns					0.01 ns	0.38 ns	3.07 ns	0.66 ns
73-27 / ICGV 93030		13.57 ***					1.43 ns	0.60 ns	0.42 ns	1.85 ns
73-27 / NC 7		0.15 ns					0.05 ns	0.45 ns	6.51 *	2.20 ns
ISRA73-27 / GH119-20		2.75 ns					0.01 ns	0.17 ns	0.21 ns	0.64 ns
73-27 / 3 meil. virginia ICGV		20,85 ***					1,27 ns	0.50 ns	1.03 ns	2.89 ns
73-27 / 3 meil. spanish ICGV		12,31 ***					0,62 ns	0.45 ns	3.66 ns	3.21 ns
GH 119-20 / ICGV 88434		0.05 ns					0.00 ns	0.04 ns	4.90 *	0.00 ns
GH 119-20 / ICGV 93030		4.10 *					1.66 ns	1.40 ns	1.23 ns	0.31 ns
GH 119-20 / NC 7		4.17*					0.02 ns	0.07 ns	4.37 *	0.47 ns
ICGV 93030 / NC 7		16.53 ***					2.03 ns	2.08 ns	10.23 **	0.02 ns
Fleur 11 / 9 spanish		0.00 ns					1.44ns	1.43ns	21.22***	0.69ns
9 spanish / 9 virginia		23.00 ***					0.04ns	0.01ns	78.25***	0.02ns
3 meil. spanish / 3 meil. virginia		2.23 ns					0.23ns	0.00ns	3.34ns	0.49ns
Moyenne 9 virginia		29	0,7	79			67	78		2,63
Moyenne 9 spanish		26	0,4	82			70	80	1,46	2,61
Moyenne 3 meilleures virginia		26	0,5	82			68	79	1,70	3,03
Moyenne 3 meilleures spanish		25	0,3	83			70	79	1,59	2,86

Tableau 3. Analyse de variance et comparaison des moyennes sur la production de graines

variété et type botanique		Rendement au décorticage et tri HPS			Productivité en graines		Poids de 100 graines	
		TV % (base coques)	HPS % (base coques)	HPS/TV % (base graines)	HPS t/ha	huilerie t/ha	TV g	HPS g
73-27	virginia	74.6 A	61.6 AB	82.5 A	2.06 A	0.44 A	69 BCDE	75 EFG
ICGV 88434	spanish	74.7 A	61.3 AB	82.2 A	1.86 AB	0.42 A	67 BCDE	74 EFG
ICGV 93030	spanish	75.7 A	62.9 A	83.1 A	1.78 AB	0.35 A	75 ABCD	83 BCDEF
NC 7	virginia	74.7 A	63.0 A	84.3 A	1.75 AB	0.32 A	85 AB	94 B
GH 119-20	virginia	74.6 A	54.7 AB	73.6 A	1.65 AB	0.62 A	74 ABCD	79 CDEF
ICGV 93057	spanish	69.6 AB	59.0 AB	85.0 A	1.63 ABC	0.28 A	72 BCDE	82 BCDEF
ICGV 94204	virginia	69.9 AB	51.7 AB	74.5 A	1.62 ABC	0.58 A	69 BCDE	81 BCDEF
ICGV 93104	virginia	65.6 AB	51.6 AB	78.1 A	1.54 ABC	0.42 A	72 BCDE	89 BCD
ICGV 94222	virginia	67.7 AB	51.8 AB	76.2 A	1.54 ABC	0.47 A	76 ABCD	89 BCD
ICGV 88421	spanish	71.4 AB	49.3 AB	70.0 A	1.54 ABC	0.69 A	59 DE	71 FG
ICGV 92151	spanish	69.1 AB	55.0 AB	79.7 A	1.48 ABC	0.38 A	66 CDE	74 EFG
ICGV 93077	virginia	71.1 AB	55.4 AB	78.0 A	1.45 ABC	0.37 A	90 A	103 A
ICGV 93095	virginia	68.8 AB	51.0 AB	73.6 A	1.44 ABC	0.49 A	75 ABCD	86 BCDE
Fleur 11	spanish	67.2 AB	60.0 AB	89.5 A	1.42 ABC	0.18 A	45 FG	53 H
ICGV 94217	virginia	69.5 AB	58.0 AB	83.4 A	1.36 ABC	0.26 A	80 ABC	91 BC
73-28	virginia	69.9 AB	56.1 AB	80.7 A	1.35 ABC	0.35 A	70 BCDE	78 CDEFG
ICGV 92173	spanish	69.0 AB	54.0 AB	78.2 A	1.32 ABC	0.36 A	70 BCDE	79 CDEF
ICGV 92167	spanish	64.4 AB	53.8 AB	83.5 A	1.30 ABC	0.28 A	64 CDE	76 DEFG
ICGV 94205	virginia	66.4 AB	46.9 AB	70.1 A	1.27 ABC	0.52 A	66 CDE	82 BCDEF
ICGV 93041	spanish	66.9 AB	43.0 AB	64.1 A	1.18 ABC	0.64 A	55 EF	66 G
ICGV 94198	virginia	71.1 AB	51.8 AB	73.0 A	1.17 ABC	0.39 A	79 ABC	90 BC
H 75-0	virginia	67.9 AB	51.5 AB	75.8 A	1.03 ABC	0.33 A	63 CDE	71 FG
ICG 7641	spanish	60.9 B	41.8 B	68.5 A	0.61 C	0.29 A	42 G	51 H
ICGV 94216	virginia	64.4 AB	47.7 AB	74.1 A	0.99 BC	0.34 A	76 ABCD	88 BCD
Moyenne générale		69.40	53.90	77.60	1.43	0.41	69.00	79.00
F de Fisher		2.64 **	2.33 **	1.33 ns	2.54 **	1.31 ns	9.04 ***	18.93 ***
Coefficient de variation (%)		12.2	5.7	11.8	23.5	48.2	9.3	6.0
Contrastes testés								
73-27 / ICGV 88434		0.00 ns	0.00 ns	-	0.59 ns	-	0.16 ns	0.06 ns
73-27 / ICGV 93030		0.10 ns	0.06 ns	-	1.12 ns	-	1.28 ns	5.05*
73-27 / NC 7		0.00 ns	0.07 ns	-	1.34 ns	-	10.07**	24.78***
ISRA73-27 / GH119-20		0.00 ns	1.66 ns	-	2.31 ns	-	0.80 ns	1.22 ns
73-27 / 3 meil. virginia ICGV		4.78*	4.21*	-	4.45*	-	5.28*	6.65***
73-27 / 3 meil. spanish ICGV		2.21*	2.12 ns	-	3.33 ns	-	2.07 ns	0.32 ns
GH 119-20 / ICGV 88434		0.00 ns	1.53 ns	-	0.57 ns	-	1.67 ns	1.83 ns
GH 119-20 / ICGV 93030		0.11 ns	2.32 ns	-	0.21 ns	-	0.06 ns	1.31 ns
GH 119-20 / NC 7		0.00 ns	2.39 ns	-	0.13 ns	-	5.19*	15.02***
ICGV 93030 / NC 7		0.08 ns	0.00 ns	-	0.01 ns	-	4.17*	7.45**
Fleur 11 / 9 spanish		0.57 ns	2.76 ns	-	0.00 ns	-	22.13***	49.23***
9 spanish / 9 virginia		0.51 ns	0.80 ns	-	0.15 ns	-	52.89***	147.25***
3 meil. spanish / 3 meil. virginia		8.74**	9.14**	-	1.41 ns	-	0.12 ns	8.46**
Moyenne 9 virginia		68,3	51,8	75,7	1,38	0,43	76	89
Moyenne 9 spanish		69,1	53,4	77,1	1,41	0,41	63	73
Moyenne 3 meilleures virginia		67,8	51,7	76,3	1,57	0,49	72	86
Moyenne 3 meilleures spanish		73,3	61,1	83,4	1,76	0,35	71	80

Tableau 4. Analyse de variance et comparaison des moyennes sur des variables de la culture

variété et type botanique	Densité du peuplement en % densité de semis			Dates en jours après semis				Surface foliaire estimée par mesures au Licor LAI 2000					Biomasse aérienne t/ha	
	à 7 j %	à 20 j %	récolte %	Levée 50% jas	Floraison début jas	50% jas	Récolte jas	01-août m²/m²	14-août m²/m²	29-août m²/m²	13-sept m²/m²	27-sept m²/m²		
73-27	virginia	95 A	100 A	89 AB	7 C	28 AB	31 CDEF	114 AB	0.11	0.53	2.02	2.74 A	3.8 A	2,8
ICGV 88434	spanish	80 ABC	100 A	91 A	7 C	27 ABC	30 DEF	102 BC	0.22	0.41	1.76	1.99 A	1.89 AB	2,9
ICGV 93030	spanish	81 ABC	99 A	90 AB	7 C	24 C	30 DEF	112 AB	0.18	0.27	1.51	1.53 A	1.37 B	2,4
NC 7	virginia	65 BC	95 A	82 AB		27 ABC	28 EF	112 AB	0.19	0.56	1.84	2.28 A	2.36 AB	2,0
GH 119-20	virginia	13 E	86 A	90 AB	13 B	27 ABC	36 BC	112 AB	0.15	0.62	1.67	2.67 A	2.86 AB	3,2
ICGV 93057	spanish	58 CD	98 A	91 A	8 C	26 ABC	32 CDEF	106 ABC	0.11	0.15	1.03	1.23 A	1.59 B	2,2
ICGV 94204	virginia	81 ABC	98 A	94 A	7 C	27 ABC	32 CDEF	110 AB	0.33	0.78	1.58	2.22 A	1.98 AB	3,1
ICGV 93104	virginia	84 ABC	99 A	87 AB	7 C	28 AB	34 BCD	110 AB	0.25	0.61	1.47	1.85 A	2.32 AB	3,5
ICGV 94222	virginia	70 ABC	99 A	93 A	8 C	29 A	36 BC	114 AB	0.14	0.30	1.25	1.48 A	2.47 AB	3,2
ICGV 88421	spanish	84 ABC	93 A	82 AB	7 C	27 ABC	31 CDEF	104 BC	0.15	0.55	1.51	2.55 A	2.23 AB	3,0
ICGV 92151	spanish	83 ABC	98 A	78 AB	7 C	25 BC	29 DEF	105 ABC	0.13	0.37	1.09	1.11 A	1.59 B	2,5
ICGV 93077	virginia	79 ABC	97 A	93 A	7 C	28 AB	33 BCD	112 AB	0.12	0.49	1.41	1.55 A	1.9 AB	3,1
ICGV 93095	virginia	76 ABC	96 A	88 AB	7 C	28 AB	34 BCD	112 AB	0.22	0.36	1.17	1.68 A	1.92 AB	3,1
Fleur 11	spanish	79 ABC	92 A	85 AB	7 C	24 C	28 EF	095 C	0.10	0.29	1.36	1.92 A	2.29 AB	2,6
ICGV 94217	virginia	82 ABC	99 A	95 A	7 C	28 AB	32 CDEF	111 AB	0.14	0.28	1.11	1.26 A	1.53 B	2,6
73-28	virginia	18 E	62 B	70 B	16 A	27 ABC	38 B	112 AB	0.20	0.83	2.21	2.44 A	2.44 AB	2,6
ICGV 92173	spanish	81 ABC	98 A	90 AB	7 C	25 BC	27 F	105 ABC	0.18	0.18	1.42	1.17 A	1.01 B	2,3
ICGV 92167	spanish	73 ABC	99 A	90 AB	7 C	26 ABC	29 DEF	109 AB	0.20	0.38	1.28	1.42 A	1.08 B	2,7
ICGV 94205	virginia	75 ABC	96 A	84 AB	7 C	27 ABC	32 CDEF	114 AB	0.21	0.72	1.38	1.86 A	1.85 B	2,6
ICGV 93041	spanish	67 BC	92 A	90 AB	8 C	26 ABC	31 CDEF	101 BC	0.14	0.33	0.94	1.38 A	1.9 AB	2,4
ICGV 94198	virginia	89 AB	99 A	91 A	7 C	28 AB	33 CDE	114 AB	0.18	0.35	1.17	1.63 A	2 AB	2,9
H 75-0	virginia	12 E	50 C	82 AB	8 C	27 ABC	41 A	103 BC	0.22	0.32	1.84	1.33 A	2.02 AB	2,8
ICG 7641	spanish	43 D	97 A	90 AB	8 C	26 ABC	30 DEF	119 A	0.12	0.30	0.91	1.53 A	2.12 AB	3,5
ICGV 94216	virginia	79 ABC	99 A	94 A	7 C	29 A	32 CDEF	114 AB	0.17	0.51	1.03	0.80 A	1.21 B	2,8
Moyenne générale		69	93	88	8	27	32	109	0.17	0.44	1.42	1.73	1.99	2,8
F de Fisher		19.26 ***	19.12 ***	2.14 *	29.32 ***	4.31 ***	9.89 ***	3.99 ***	1.67 ns	1.65 ns	0.71 ns	1.84 *	2.56 **	1,07 ns
Coefficient de variation (%)		13.5	5.2	8.0	8.1	4.2	5.6	4.3	41.4	56.2	50.1	38.8	32.6	23,3
Contrastes testés														
73-27 / ICGV 88434		4.07*	0.00ns	0.13ns	-	0.52 ns	-	9.12**	-	-	-	-	13.00***	-
73-27 / ICGV 93030		3.23ns	0.07ns	0.06ns	-	15.70***	-	0.27 ns	-	-	-	-	21.00***	-
73-27 / NC 7		15.91***	1.85ns	1.53ns	-	0.52 ns	-	0.36 ns	-	-	-	-	7.38**	-
ISRA73-27 / GH119-20		117.21***	12.16**	0.01ns	-	0.52 ns	-	0.27 ns	-	-	-	-	3.14 ns	-
73-27 / 3 meil. virginia ICGV		4.60*	0.40ns	0.23ns	-	0.14 ns	-	0.38 ns	-	-	-	-	22.94***	-
73-27 / 3 meil. spanish ICGV		15.78***	1.00ns	0.06ns	-	4.50*	-	6.10*	-	-	-	-	29.88***	-
GH 119-20 / ICGV 88434		77.62***	12.16**	0.06ns	-	0.00 ns	-	6.26*	-	-	-	-	3.37 ns	-
GH 119-20 / ICGV 93030		81.53***	10.45**	0.01ns	-	10.51**	-	0.00 ns	-	-	-	-	7.91**	-
GH 119-20 / NC 7		46.75***	4.52*	1.84ns	-	0.00 ns	-	0.01 ns	-	-	-	-	0.89 ns	-
ICGV 93030 / NC 7		4.80*	1.22ns	2.17ns	-	10.51**	-	0.01 ns	-	-	-	-	3.48 ns	-
Fleur 11 / 9 spanish		1.46ns	3.43ns	0.49ns	-	6.64*	-	17.05***	-	-	-	-	2.73 ns	-
9 spanish / 9 virginia		7.38**	0.68ns	2.59ns	-	48.50***	-	17.15***	-	-	-	-	2.29 ns	-
3 meil. spanish / 3 meil. virg		1.60ns	0.00ns	0.06ns	-	19.07***	-	3.97 ns	-	-	-	-	4.36*	-
Moyenne 9 virginia		79	98	91	7	28	33	112	0,20	0,49	1,29	1,59	2,01	
Moyenne 9 spanish		72	97	88	7	26	30	107	0,16	0,33	1,27	1,54	1,64	
Moyenne 3 meilleures virg		79	99	92	7	28	34	111	0,24	0,56	1,43	1,85	2,09	
Moyenne 3 meilleures span		73	99	91	7	26	31	107	0,17	0,28	1,43	1,58	1,61	

Tableau 5. Analyse de variance et comparaison des moyennes sur les composantes du rendement en graines

variété et type botanique		Décomposition du rendement en graines de bouche HPS				
		nb de plantes /ha	nb de gousses /plante	masse d'1 gousse	décorticage graines TV	tri graines HPS
		pieds/ha nb/ha	nb/pied nb/nb	p1gou g/nb	TV g/g * 100	HPS g/g * 100
73-27	virginia	118000 AB	17 ABC	1.7 ABCD	74.6 A	82.5 A
ICGV 88434	spanish	120667 A	16 ABC	1.51 CD	74.7 A	82.2 A
ICGV 93030	spanish	119333 AB	15 ABC	1.63 BCD	75.7 A	83.1 A
NC 7	virginia	108000 AB	13 ABC	1.97 AB	74.7 A	84.3 A
GH 119-20	virginia	118667 AB	15 ABC	1.75 ABC	74.6 A	73.6 A
ICGV 93057	spanish	120000 A	14 ABC	1.62 BCD	69.6 AB	85.0 A
ICGV 94204	virginia	124667 A	16 ABC	1.59 CD	69.9 AB	74.5 A
ICGV 93104	virginia	114667 AB	14 ABC	1.82 ABC	65.6 AB	78.1 A
ICGV 94222	virginia	123333 A	14 ABC	1.69 ABCD	67.7 AB	76.2 A
ICGV 88421	spanish	108667 AB	20 A	1.45 CD	71.4 AB	70.0 A
ICGV 92151	spanish	102667 AB	18 AB	1.52 CD	69.1 AB	79.7 A
ICGV 93077	virginia	122667 A	10 BC	2.00 A	71.1 AB	78.0 A
ICGV 93095	virginia	116667 AB	12 ABC	2.04 A	68.8 AB	73.6 A
Fleur 11	spanish	112667 AB	19 A	1.09 E	67.2 AB	89.5 A
ICGV 94217	virginia	125333 A	11 ABC	1.64 BCD	69.5 AB	83.4 A
73-28	virginia	092000 B	16 ABC	1.7 ABCD	69.9 AB	80.7 A
ICGV 92173	spanish	119333 AB	13 ABC	1.6 BCD	69.0 AB	78.2 A
ICGV 92167	spanish	119333 AB	15 ABC	1.35 D	64.4 AB	83.5 A
ICGV 94205	virginia	111333 AB	15 ABC	1.63 BCD	66.4 AB	70.1 A
ICGV 93041	spanish	118667 AB	15 ABC	1.56 CD	66.9 AB	64.1 A
ICGV 94198	virginia	120667 A	10 BC	1.8 ABC	71.1 AB	73.0 A
H 75-0	virginia	108000 AB	14 ABC	1.59 BCD	67.9 AB	75.8 A
ICG 7641	spanish	118667 AB	14 ABC	0.90 E	60.9 B	68.5 A
ICGV 94216	virginia	124000 A	09 C	1.8 ABC	64.4 AB	74.1 A
Moyenne générale		116 167	14	1.62	69.40	77.60
F de Fisher		2.14 *	2.89 **	11.28 ***	2.64 **	1.33 ns
Coefficient de variation (%)		8.0	18.8	8.2	12.2	11.8
Contrastes testés						
73-27 / ICGV 88434		0.13 ns	0.02 ns	3.07 ns	0.00 ns	-
73-27 / ICGV 93030		0.06 ns	1.05 ns	0.42 ns	0.10 ns	-
73-27 / NC 7		1.53 ns	2.42 ns	6.51*	0.00 ns	-
ISRA73-27 / GH119-20		0.01 ns	0.93 ns	0.21 ns	0.00 ns	-
73-27 / 3 meil. virginia ICGV		0.23 ns	2.03 ns	1.03 ns	6.78*	-
73-27 / 3 meil. spanish ICGV		0.06 ns	0.55 ns	2.66 ns	2.21ns	-
GH 119-20 / ICGV 88434		0.06 ns	0.66 ns	4.90*	0.00 ns	-
GH 119-20 / ICGV 93030		0.01 ns	0.00 ns	1.23 ns	0.11 ns	-
GH 119-20 / NC 7		1.84 ns	0.35 ns	4.37*	0.00 ns	-
ICGV 93030 / NC 7		2.17 ns	0.28 ns	10.23**	0.08 ns	-
Fleur 11 / 9 spanish		0.49 ns	4.75*	21.22***	0.57 ns	-
9 spanish / 9 virginia		2.59 ns	18.24***	78.25***	0.51 ns	-
3 meil. spanish / 3 meil. virginia		0.06 ns	0.04 ns	3.34 ns	8.74**	-
Moyenne 9 virginia		120370	12	1,78	68,29	75,7
Moyenne 9 spanish		116370	16	1,46	69,06	77,1
Moyenne 3 meilleures virginia		120889	15	1,70	67,76	76,3
Moyenne 3 meilleures spanish		120000	15	1,59	73,32	83,4

Tableau 6. Analyse de variance et comparaison des moyennes sur les trois paramètres du modèle de Duncan.

variété et type botanique	Modèle de Duncan			
	croissance journalière C kg/ha/j	durée croissance graines DR j	coef. de répartition p -	
73-27	virginia	73 A	69 ABC	1.1 ABCD
ICGV 88434	spanish	78 A	58 BCDE	1.12 ABCD
ICGV 93030	spanish	63 A	68 ABC	1.08 ABCD
NC 7	virginia	59 A	70 AB	1.12 ABCD
GH 119-20	virginia	73 A	62 ABCD	1.12 ABCD
ICGV 93057	spanish	63 A	60 BCD	1.19 AB
ICGV 94204	virginia	75 A	64 ABCD	1.07 ABCD
ICGV 93104	virginia	77 A	62 ABCD	1.03 BCD
ICGV 94222	virginia	71 A	64 ABCD	1.08 ABCD
ICGV 88421	spanish	79 A	59 BCDE	1.14 ABC
ICGV 92151	spanish	67 A	62 ABCD	1.08 ABCD
ICGV 93077	virginia	65 A	65 ABCD	1 BCD
ICGV 93095	virginia	70 A	64 ABCD	1.04 BCD
Fleur 11	spanish	68 A	53 DE	1.07 ABCD
ICGV 94217	virginia	59 A	65 ABCD	1.02 BCD
73-28	virginia	58 A	60 BCD	1.14 ABC
ICGV 92173	spanish	60 A	64 ABCD	1.03 BCD
ICGV 92167	spanish	62 A	66 ABCD	0.99 BCD
ICGV 94205	virginia	62 A	68 ABC	1.07 ABCD
ICGV 93041	spanish	69 A	56 CDE	1.17 AB
ICGV 94198	virginia	57 A	68 ABC	0.94 CD
H 75-0	virginia	65 A	48 E	1.24 A
ICG 7641	spanish	51 A	75 A	0.65 E
ICGV 94216	virginia	55 A	68 ABC	0.92 D
Moyenne générale				
		66	63	1.06
F de Fisher				
		0.92 ns	4.88 ***	8.06 ***
Coefficient de variation (%)				
		20.8	7.1	6.6
Contrastes testés				
73-27 / ICGV 88434	-	-	8.41**	0.12ns
73-27 / ICGV 93030	-	-	0.07ns	0.08ns
73-27 / NC 7	-	-	0.07ns	0.16ns
ISRA73-27 / GH119-20	-	-	3.62ns	0.08ns
73-27 / 3 meil. virginia ICGV	-	-	1.94ns	3.52ns
73-27 / 3 meil. spanish ICGV	-	-	4.79*	1.23ns
GH 119-20 / ICGV 88434	-	-	0.99ns	0.00ns
GH 119-20 / ICGV 93030	-	-	2.66ns	0.33ns
GH 119-20 / NC 7	-	-	4.73*	0.01ns
ICGV 93030 / NC 7	-	-	0.30ns	0.48ns
Fleur 11 / 9 spanish	-	-	12.44**	0.11ns
9 spanish / 9 virginia	-	-	3.18ns	2.93ns
3 meil. spanish / 3 meil. virginia	-	-	0.33ns	4.27*
Moyenne 9 virginia	66	65		1,02
Moyenne 9 spanish	66	63		1,05
Moyenne 3 meilleures virginia	74	63		1,06
Moyenne 3 meilleures spanish	68	62		1,13

Planche 1. Graphes sur les composantes du rendement en graines .

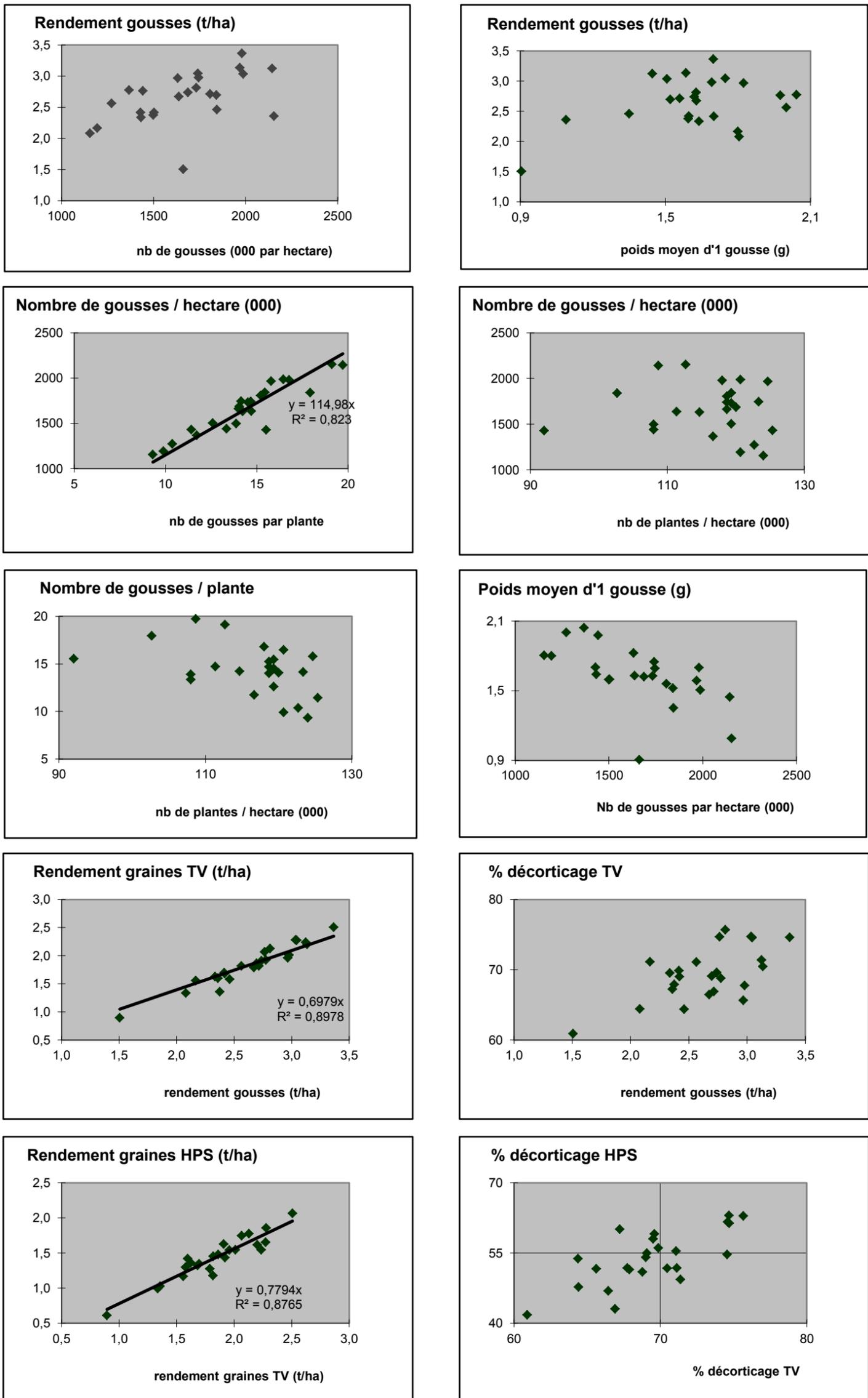
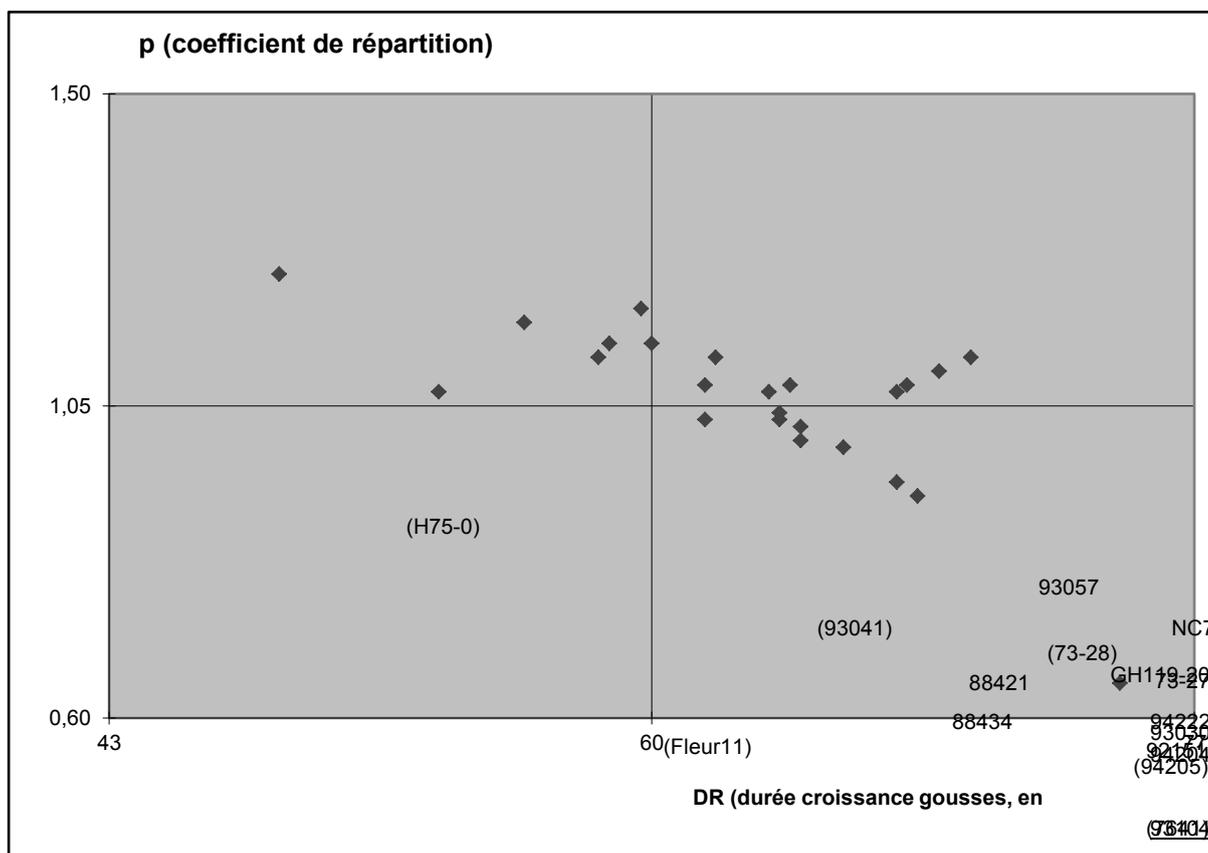
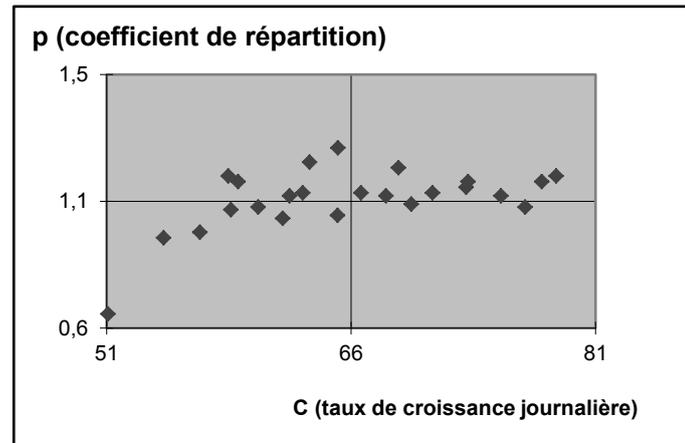
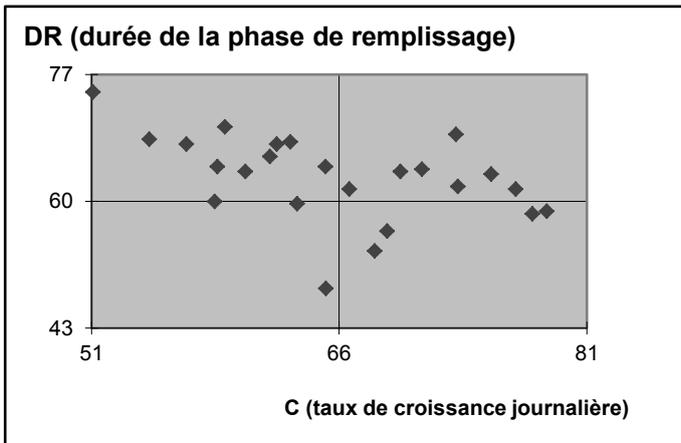


Planche 3 : Positionnement des variétés retenues pour les essais de 1999 par rapport aux paramètres du modèle de Duncan.



xxxxx : variété figurant parmi les 10 premières pour le rendement/ha en graines HPS

(xxxxx) : variété ne figurant pas parmi les 10 premières pour le rendement/ha en graines HPS

xxxxx : variété figurant parmi les 10 premières pour le rendement/ha en graines HPS avec $p < \text{moyenne}$

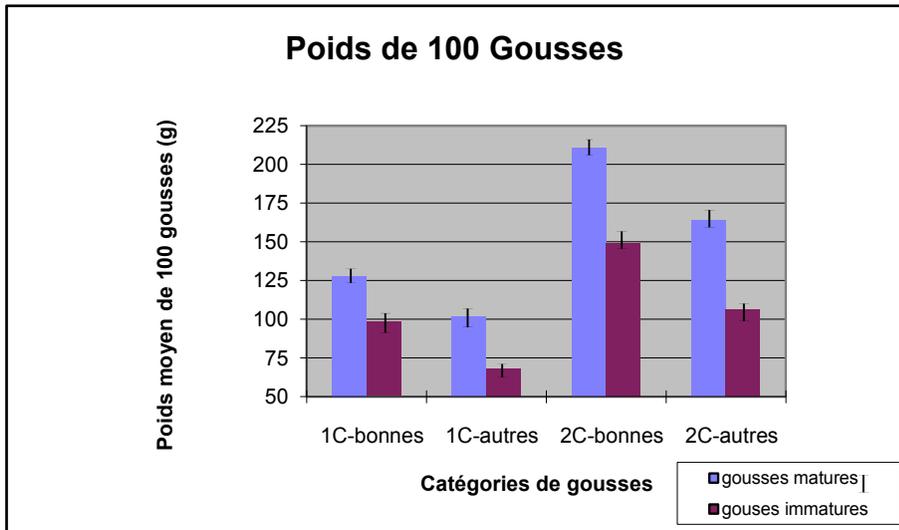
Annexe 1.1

Variations du poids moyen des gousses et graines en fonction des catégories de gousses

Dans les histogrammes, les 8 barres correspondent à la combinaison des 2x2x2 catégories de gousses :

- type de gousse : monograines (1C-) et bigraines (2C-)
- aspect des gousses : sans défaut (bonnes) ou avec défaut (autres)
- maturité des gousses : matures ou immatures

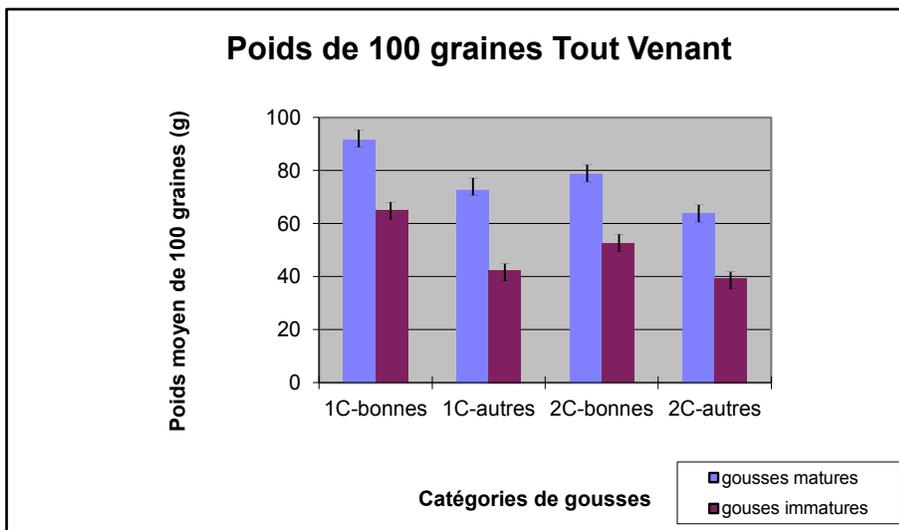
Moyennes établies à partir de 72 échantillons (1 essai à 24 variétés et 3 répétitions) assorties de leur intervalle de confiance au seuil de 5%.



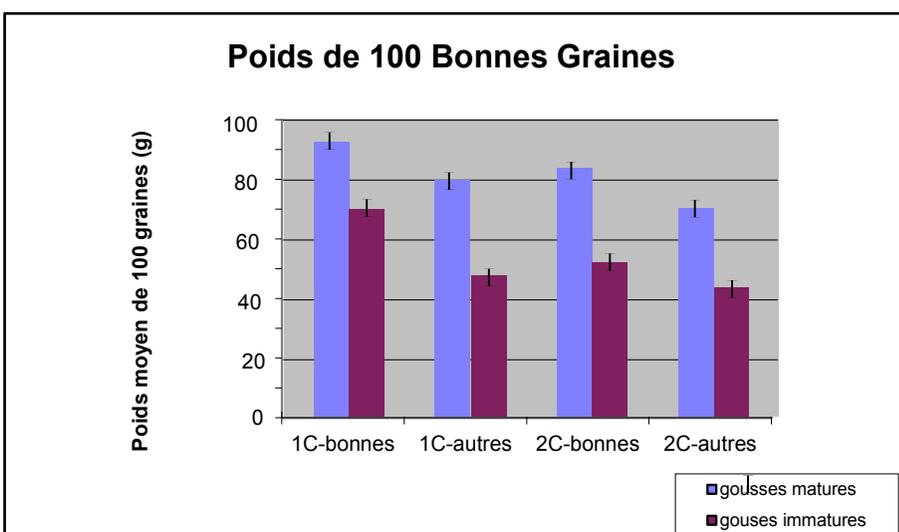
Moyennes des effets simples,
assorties de leur intervalle de confiance

** différences hautement significatives (à 1%),
* : différence significative (à 5%),
dns : différence non significative

	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	151,1	7,4	100
immatures	105,2	5,5	70
aspect des gousses		**	
bonnes	146,3	7,5	100
autres	109,9	6,1	75
type de gousses		**	
monograines	99,1	4,3	100
bigraines	157,2	7,2	159



	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	76,7	2,6	100
immatures	49,8	2,3	65
aspect des gousses		**	
bonnes	71,9	3,0	100
autres	54,6	2,8	76
type de gousses		**	
monograines	67,9	3,4	100
bigraines	58,6	2,7	86



	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	82,5	2,5	100
immatures	61,6	2,6	75
aspect des gousses		**	
bonnes	78,2	2,8	100
autres	65,9	2,9	84
type de gousses		**	
monograines	76,7	3,0	100
bigraines	69,4	2,4	90

Annexe 1.2

Variations des rendements au décortiquage en fonction des catégories de gousses.

Dans les histogrammes, les 8 barres correspondent à la combinaison des 2x2x2 catégories de gousses :

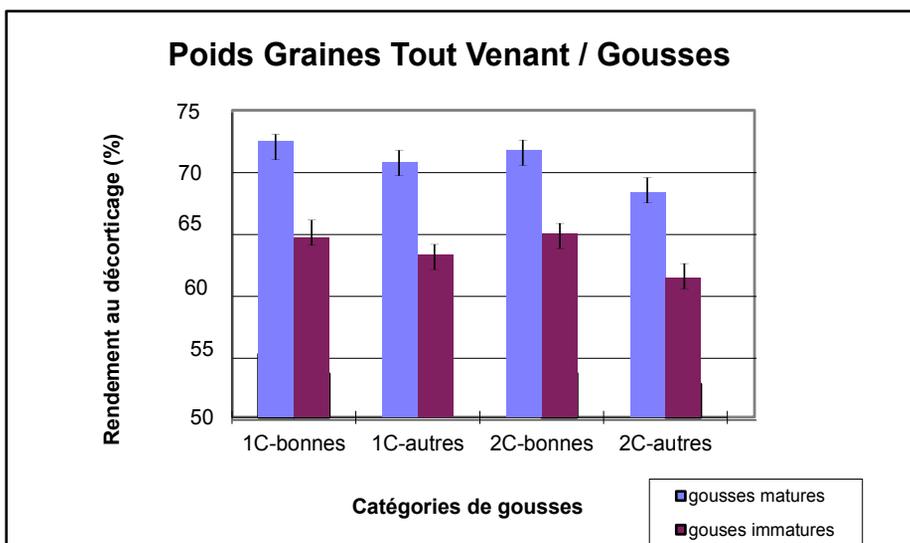
type de gousse : monograines (1C-) et bigraines (2C-)

aspect des gousses : sans défaut (bonnes) ou avec défaut (autres)

maturité des gousses : mures ou immatures

Moyennes établies à partir de 72 échantillons (1 essai à 24 variétés et 3 répétitions)

assorties de leur intervalle de confiance au seuil de 5%.



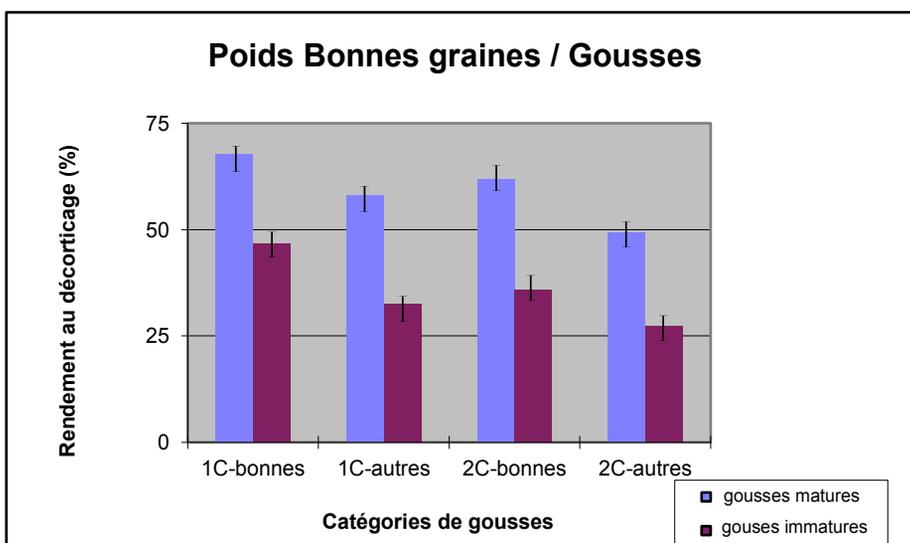
Moyennes des effets simples,
assorties de leur intervalle de confiance

** différences hautement significatives (à 1%),

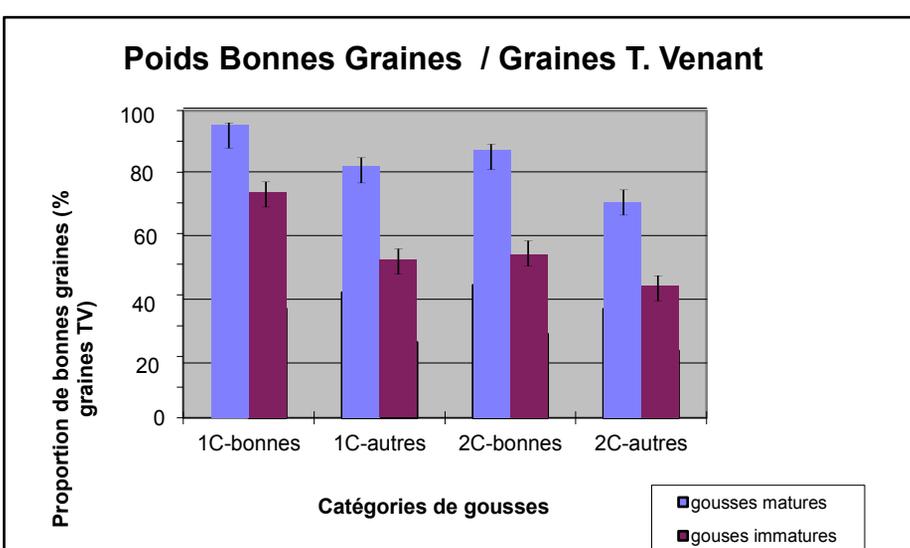
* : différence significative (à 5%),

dns : différence non significative

	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	70,8	0,6	100
immatures	63,4	0,9	89
aspect des gousses		*	
bonnes	68,4	0,7	100
autres	66,2	0,8	97
type de gousses		dns	
monograines	67,8	0,7	100
bigraines	66,8	0,7	98



	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	59,1	1,7	100
immatures	35,5	2,5	60
aspect des gousses		**	
bonnes	53,0	2,5	100
autres	41,7	2,7	79
type de gousses		**	
monograines	51,2	2,8	100
bigraines	43,4	2,7	85



	moyenne	int.conf.	%
maturité des gousses		**	
matures	83,3	2,0	100
immatures	54,6	3,5	66
aspect des gousses		**	0
bonnes	76,6	3,3	100
autres	61,4	3,5	80
type de gousses		**	0
monograines	74,1	3,6	100
bigraines	63,9	3,4	86

Annexe 1.3

Résumé des effets simples dûs aux catégories de gousses

	Performances des catégories de gousses		
	immatures	défectueuses	monograines
	/ matures	/ sans défaut	/ bigraines
	%	%	%
poids moyen d'une gousse	70**	75**	63**
rendement au décortilage (graines TV)	89**	97*	102ns
proportion de bonnes graines (HPS/TV)	66**	80**	116**
rendement au décortilage + tri (graines HPS)	60**	79**	118**
poids moyen d'une graine TV	65**	76**	116**
poids moyen d'une graine HPS	75**	84**	111**

** : écart hautement significatif ; * : écart significatif ; ns : écart non significatif

Annexe 2**Classification arachides de bouche**

Type	Catégorie	Grade	Equivalences	
		Nb d'unités à l'once	Nb d'unités /100g	Poids de 100 unités
VIRGINIA	Jumbo	8/10	28/35	354/283
COQUES	Fancy	10/12	35/42	283/236
		13/14	45/59	218/202
		14/16	49/56	202/177
		16/18	56/63	177/157
VIRGINIA	extra-larges	28/32	98/112	101/89
GRAINES	medium	32/40	112/141	89/71
	N°1	45/55	158/194	63/52
	N°2	50/60	176/211	57/47
RUNNER	jumbo	35/45	123/141	81/63
GRAINES	medium	40/45	141/158	71/63
	US N°1	45/55	158/194	63/52
	US runner	40/50	141/176	71/57
SPANISH	N°1	50/60	176/212	57/47
GRAINES	N°2	60/70	211/246	47/40
		70/80	246/282	40/35

1 once = 28,3495 g

une unité désigne une gousse ou une graine, selon les cas

ANNEXE 3 : FICHE TECHNIQUE SUR LE MODELE DE DUNCAN

GENERALITES

Dans la littérature récente, notamment celle due à l'ICRISAT et au CRSP Arachide, l'évaluation agronomique des variétés d'arachide est principalement abordée à travers le modèle de Duncan (références bibliographiques en fin de document). Celui-ci s'écrit :

$$Y = C \times D_R \times p$$

où Y est le rendement en gousses, C la vitesse moyenne de croissance de la culture au cours du cycle, D_R la durée de croissance des gousses et p (partitioning) un coefficient d'allocation à la croissance des gousses. Le paramètre p est le quotient entre deux vitesses de croissance moyennes estimées : celle de la culture (CGR) pendant toute la durée du cycle, et celle des gousses (PGR) pendant la durée correspondante. Au Sénégal, ces paramètres ont été estimés pour la première fois cette année.

De nombreux travaux ont montré de la contribution déterminante de l'amélioration de p au progrès génétique en général : Duncan 1978, pour l'amélioration de la productivité des variétés de bouche aux USA, Greenberg et al, 1992 et Ndunguru, 1995 au Sahel pour l'adaptation à la sécheresse avec du matériel africain et indien.

Classiquement, les analyses de croissance requièrent des prélèvements destructifs en cours de culture (Duncan, 1978, ou Bell, 1993 pour l'étude de l'évolution de différents indices de récolte). Cependant, une estimation valable des paramètres du modèle de Duncan peut être obtenue à partir de l'analyse de la récolte finale et d'observations phénologiques sur le développement reproducteur (Williams et al, 1992 et 1997).

En couplant le modèle de Duncan au modèle phénotypique classique $Y = G + E + G \times E$, et en utilisant la méthode statistique de Finley et Wilkinson (1963), la stabilité des effets génotypiques (G) par rapport aux effets environnementaux (E) peut être estimée (pour Y, ainsi que pour C, D_R , et p). Des travaux récents conduits au Nord du Bénin (Adomou et al., 1997) font état de variétés présentant une meilleure stabilité de C et d'autres variétés présentant une meilleure stabilité de p.

Pour pouvoir estimer la stabilité les paramètres du modèle de Duncan, ou plus généralement les composantes du rendement, le même essai doit être répété dans plusieurs environnements : plusieurs implantations par campagne, avec plusieurs campagnes d'essais (en pluvial et sous irrigation) sont donc nécessaires. Cependant, cette activité débutant en 98, une faible disponibilité en semences a limité à un le nombre d'implantations possibles. Les semences produites en 98 serviront de multiplication pour les campagnes à venir.

MISE EN OEUVRE

Les paramètres du modèle sont déterminés à partir de données phénologiques (**phenological data**) et des données finales sur la récolte (**harvest data**).

Les données phénologiques concernent la détermination des durées D_T et D_R .

- D_T est la durée totale du cycle de la culture, du semis à la récolte.
- D_R est la durée de la phase de croissance des gousses.

La date de récolte constitue la deuxième borne commune à ces deux durées. Elle est fonction de la maturité, le seuil de 65% de gousses mures étant le plus fréquent dans la littérature¹ ; en pratique, il est nécessaire d'opérer à des sondages avec analyse de maturité comme décrit dans le paragraphe précédent. La première borne de D_R correspond au début du stade de formation des gousses, qui se traduit par l'apparition d'un renflement à l'extrémité des gynophores une fois en terre ; elle est estimée, suivant la littérature, à partir de la date 50 % de floraison des gousses majorée de 14 jours (la variabilité génotypique et surtout environnementale de ce délai de 14 jours mériterait cependant d'être vérifiée).

Les données de récolte concernent les biomasses.

- le cumul de la biomasse aérienne produite pendant le cycle
- la masse totale de gousses.

Le cumul de biomasse aérienne produite pendant le cycle est estimé en multipliant par deux la biomasse des tiges (littérature, dont Adomou et al, 1997)). Le cumul de biomasse aérienne ne peut être estimé à partir la production de fanes à la récolte à cause de la défoliation, très variable suivant les conditions. D'après Tim Williams (communication personnelle, 1998), il est avéré que la biomasse foliaire et biomasse caulinaire maintiennent ce rapport d'égalité de façon très stable et constante, au cours du cycle de développement de la plante et quels que soient les conditions de culture et les types de variétés d'arachide.

La biomasse des gousses est multipliée par 1,65 (coefficient d'ajustement énergétique) pour tenir compte de la plus grande valeur énergétique des lipides stockés dans les graines d'arachide (Duncan, 1978)².

¹ Le seuil minimal de 50% de gousses mures est parfois retenu (Ndunguru *et al*, 1995)

² Le coefficient 1.5 a été parfois retenu par certains auteurs. En fait, il nous semble que ce coefficient devrait tenir compte du taux de remplissage des gousses, qui peut varier dans d'assez fortes proportions selon les conditions environnementales (E) et les génotypes (G×E).

Les deux types de données, phénologiques et de récolte, servent à **calculer deux taux de croissance** :

- celui de la culture dans sa globalité, C ou **CGR (Crop Growth Rate)**,

$$\text{CGR} = [\text{biomasse aérienne} + (\text{biomasse des gousses} \times 1.65)] / D_T$$

- celui des gousses, **PGR (Pod Growth Rate)** :

$$\text{PGR} = (\text{biomasse des gousses} \times 1.65) / D_R$$

Le coefficient de répartition p est le quotient du taux de croissance des gousses sur celui de la culture:

$$p = \text{PGR} / \text{CGR}$$

A noter que dans l'équation $Y = C \times D_R \times p$, le rendement en gousses Y doit être également ajusté ($\times 1,65$) pour que l'équation se vérifie³.

Variables à mesurer

- **dates moyennes de levée et de floraison** (50 %)
- détermination des **dates de récolte** par analyse de maturité des gousses (noircissement du parenchyme intérieur des gousses) sur échantillons de plantes prélevés périodiquement à l'approche de la période de récolte ; par exemple dans un essai variétal à parcelles élémentaires de 4 lignes, dont utiles pour la récolte, prélever sur les lignes latérales 4 plantes 2 fois par semaine, par exemple à partir du 90ème jour pour les spanish, et du 100ème jour pour les virginia ; ne pas descendre en dessous de 30 gousses par prélèvement
- récolte à 65% de maturité (nombre de gousses mures / nombre de gousses bien formées)
- poids fanes + gousses à titre indicatif, après séchage suffisant à l'air libre
égoussage manuel et **poids gousses**, après séchage suffisant à l'air libre
effeuillage des tiges et **poids tiges**

³ Le modèle de Duncan peut être utilisé avec d'autres cultures à développement indéterminé, telles que le pois chiche (Williams et Saxena, 1991). Dans ce dernier cas, aucun coefficient d'ajustement énergétique n'a été utilisé, les pois chiche n'étant pas des graines oléagineuses.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adomou, M., B.R.Ntare, et al. (1997). "Stability of Pods Yields and parameters of a simple physiological model for yield among peanut lines in Northern Benin." *Peanut Science* 24: 107-112.

B.R.Ntare and J.H.Williams (1998). "Effects of seasonal variation in temperature and cultivar on yield and determination of irrigated groundnut (*Arachis hypogaea*) during the dry season in the Sahel of West Africa." *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 131: 439-448.

B.R.Ntare and J.H.Williams (1998). "Heritability of components of a simple physiological model for yield in groundnut under semiarid rainfed conditions." *Field Crops Research* 58: 25-33.

Duncan, W. G., D. E. McCloud, et al. (1979). "Aspects physiologiques de l'amélioration du rendement de l'arachide." *Oléagineux* 34(11): 523-530.

Greenberg, D. C., J.H.Williams, et al. (1992). "Differences in yield determining processes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes in varied drought environments." *Ann. appl. Biol.* 120: 557-566.

Ndunguru, B. J., B. R. Ntare, et al. (1995). "Assesment of groundnut cultivars for end-of-season drought tolerance in a Sahelian environment." *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 125: 79-85.

Saxena, N. P. and J.H.Williams (1991). "The use of non-destructive measurement and physiological models of yield determination to investigate factors determining differences in seed yield between genotypes of "desi" chickpeas (*Cicer arietum*)." *Ann. appl. Biol.* 119: 105-112.

Williams, J. H. and K. J. Boote (1995). Physiology and Modelling-Predicting the "Unpredictable Legume". *Advances in Peanut Science*. H. H. P. a. H. T. Stalker. Stillwater, OK 74078, USA, American Peanut Research and Education Society, Inc.: 301-353.