

# Analyse diallèle de quelques caractères quantitatifs associés au rendement chez l'arachide

---

Bertin ZAGRÉ<sup>1</sup>, Fanja MONDEIL<sup>2</sup>, Didier BALMA<sup>1</sup>

## Résumé

Six variétés d'arachide d'origines géographiques diverses et de cycle court (75-95 jours) et toutes leurs combinaisons hybrides possibles menées deux à deux ont été évaluées à Gampela (Burkina Faso) durant deux saisons de culture (1997 et 1998). L'objectif de ce travail est d'étudier le potentiel génétique du matériel mis en compétition et de déterminer quels sont les mécanismes de transmission des caractères quantitatifs des parents à leurs descendants. L'étude présentée porte sur cinq caractères associés au rendement chez l'arachide (hauteur plante, HAP ; nombre de gousses par pied, NGP ; rendement gousses par pied ; RGP ; poids moyen d'une gousse, PMG ; et taux de maturité, TMA).

L'analyse de variances associée aux aptitudes générales et spécifiques à la combinaison (AGC, ASC) et aux effets réciproques (ERC) montre que des effets génétiques de type additif sont à l'origine de la majeure partie de la variabilité génétique totale pour les caractères étudiés.

L'analyse diallèle des F1 par les modèles de GRIFFING (1956) et HAYMAN (1954) a permis d'étudier l'hérédité des caractères considérés et d'estimer l'héritabilité.

Les résultats des analyses ont été utilisés pour donner aux sélectionneurs des indications sur les mécanismes de transmission des caractères avec pour principal objectif de mieux orienter le choix des géniteurs lors de l'établissement d'un programme d'hybridation.

**Mots-clés :** arachide, caractères quantitatifs, diallèle, héritabilité, aptitude à la combinaison, additivité, Burkina Faso.

## Diallel analysis of some quantitative characters related with the yield in groundnut

### Abstract

Six short cycle (75-95 days) groundnut varieties of different origins along with all their possible hybrid crosses have been tested at Gampela (Burkina Faso), during two cropping seasons (1997 and 1998).

Our aim is to study the genetic potentiality of the material set up in competition position and to determine how the quantitative characters of the parents are transmitted to their descendants.

The study has focused on five characters related to the yield (plant height, PLH ; number of pods per plant, NPS ; pods yield per plant, PYS ; average pod weight, APW ; and maturity rate, MAR).

Analysis of variance connected with general and specific combining abilities (GCA, SCA), along with reciprocal effects, suggests that the major part of the genetic variability of the studied characters is under additive genes control.

---

<sup>1</sup> CREAM-Kamboinsé 01 B.P. 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso  
<sup>2</sup> UFR Bioscience, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

The diallel analysis of F1, using the models of GRIFFING (1956) and HAYMAN (1954) permitted to study the heredity of those characters and to estimate heritability.

Results could be used to inform breeders on the transmission mechanisms of the characters, in order to guide their choice of parents while establishing hybridation programs.

**Keywords:** groundnut, quantitative characters, diallel cross, heritability, combining abilities, additivity, Burkina Faso.

## Introduction

L'arachide est l'une des principales plantes oléagineuses cultivées à travers le monde. A côté de la trituration, elle est utilisée pour la fabrication d'huile, de beurre ou de pâte d'arachide, de graines grillées et (ou) salées et comme ingrédient dans l'industrie alimentaire (CONKERTONE and ORY, 1987). La graine d'arachide présente à la fois une grande richesse en huile, de 44 à 56 p.c. (AGME et YOUNG, 1982) et une haute teneur en protéine (22-30 %). Elle constitue aussi une source non négligeable d'éléments minéraux notamment de potassium, de phosphore et de magnésium (CONKERTONE et ORY, 1989).

L'arachide est également une culture fourragère de première importance dans les zones semi-arides en raison de l'excellente valeur nutritive de ses fanes. Elle concourt ainsi à l'intégration agro-pastorale qui, dans les régions à pluviométrie défavorable, est l'une des seules façons pour le paysan de maintenir son activité agricole à un niveau économiquement viable. Enfin, dans certaines régions, les coques d'arachide sont utilisées comme combustibles.

L'arachide occupe une place importante comme culture vivrière au Burkina Faso (SUBRAHMANYAM *et al.*, 1992). Elle constitue avec le sésame et le coton, l'une des rares cultures de rente et d'exportation adaptée au pays (GALLAUD, 1962). La production moyenne annuelle de l'arachide dans la décennie 1988-1997 a été de 175.000 t ; en 2001 elle est de 301 062 t pour une superficie de 326 700 ha (FAO, 2001). Les rendements moyens sont faibles, de l'ordre de 500 à 700 kg/ha. Les principales zones de production sont l'Est et le Sud-Ouest du pays.

Les principaux facteurs limitants de la production sont la faible potentialité des sols, l'inadaptation des techniques culturales, le stress hydrique (insuffisance et/ou mauvaises répartitions des précipitations), les pullulations d'insectes et les maladies foliaires (MOUKAÏLA, 1980 ; CUMMINS et JACKSON, 1982).

Face à l'importance de cette culture, la recherche doit s'atteler à fournir aux paysans, non seulement des variétés de bonne qualité mais aussi très productrices afin de procurer aux paysans des revenus substantiels. Le rendement apparaît comme le caractère le plus recherché pour toutes les cultures. Du fait de la complexité de ce caractère dû au fait qu'il n'y a pas qu'un seul gène qui le gouverne, l'obtention d'une variété productive nécessite de s'appuyer sur d'autres caractères dits associés.

Chez l'arachide, l'hérédité des caractères associés au rendement est mal connue. Malgré les références bibliographiques existantes dans les différentes bases de données, il y a eu une réelle difficulté à obtenir des articles traitant du rendement sur l'arachide. Ceci explique le fait que les premiers chercheurs sur l'arachide, en majorité des phytopathologistes, aient mis l'accent sur la recherche de variétés résistantes ou tolérantes aux maladies.

Un des problèmes principaux rencontrés par le sélectionneur, spécialement dans le cadre des espèces végétales autogames, est le choix des parents à inclure dans son programme d'hybridation. Ce choix est relativement simple quand il s'agit de sélectionner des caractères à hérédité qualitative mais devient délicat quand on recherche l'amélioration de caractères à hérédité quantitative. Certains caractères d'importance agronomique majeure comme le rendement et la précocité appartiennent à cette dernière catégorie. Comment sont transmis les caractères associés au rendement chez l'arachide ? Nous nous proposons de répondre à ces différentes questions par l'étude de l'hérédité de quelques caractères quantitatifs associés au rendement à savoir : la hauteur du plant (HAP), le nombre de gousses par pied (NGP), le rendement gousses par pied (RGP), le poids moyen d'une gousse (PMG) et le taux de maturité (TMA). Cette étude a été menée à Gampela (Burkina Faso) caractérisé par une pluviométrie annuelle comprise entre 700 et 900 mm de pluie, se trouve à 12°22 de longitude ouest et 12°25 de latitude nord.

## Matériel et méthodes

### Le matériel végétal étudié

Six variétés très différentes du point de vue de l'origine génétique et géographique (tableau I) choisies sur la base du rendement et de la longueur du cycle ont servi pour réaliser un croisement diallèle complet. Ce qui a donné la première génération (F1) de 30 hybrides. Six autofécondations ont été également effectuées. Nous désignons par entrées les 30 hybrides et les 6 autofécondations. Les descendants F1 ont été testés durant deux campagnes : en 1997 et en 1998 à Gampéla.

**Tableau I.** Matériel végétal et ses caractéristiques.

Code	Variété	Cycle théorique (jours)	Obtention	Type
1	CN94C	90	Burkina Faso	Spanish
2	TS32-1	90	"	"
3	Chico	75-80	URSS	"
4	FLEUR 11	90	Sénégal	"
5	55-437	90	"	"
6	ICGS(E)104	75-80	Niger (ICRISAT)	Valencia

### Dispositif expérimental

Pour évaluer les croisements du diallèle (F1), le dispositif expérimental utilisé est un essai en blocs de Fisher à 3 répétitions. La parcelle élémentaire est constituée d'une ligne de 6 m (41 plantes). Chaque matériel est semé à plat selon les écartements de 40 cm entre les lignes et 15 cm entre les poquets à raison d'une graine par poquet.

Les répétitions sont séparées entre elles par une allée d'un mètre. Les observations ont porté sur une moyenne de 30 plantes prises de manière aléatoire sur chaque parcelle élémentaire.

## Caractères mesurés

Les cinq caractères suivants, associés au rendement gousses, ont été identifiés par ZAGRE *et al.*, 1994 et concernent :

- la hauteur de la plante (HAP) en cm mesurée depuis l'aisselle cotylédonaire jusqu'au bourgeon terminal au 70<sup>e</sup> jour après semis (70 JAS) ;
- le nombre de gousses par pied (NGP) : correspond au nombre moyen de gousses obtenues sur les 30 pieds retenus ;
- le rendement gousses en gramme par pied (RGP) : calculé après égoussage et pesée des gousses après deux semaines de séchage. Le rendement est alors évalué par le rapport poids des gousses sur le nombre de pieds retenus (30) ;
- le poids moyen d'une gousse (PMG) en gramme : après élimination des gousses défectueuses (gousses trouées, attaquées, avortées) d'un échantillon des 30 pieds, on détermine le nombre et le poids des gousses saines restantes, d'où le PMG (rapport entre le poids et le nombre de gousses saines) ;
- le taux de maturité (TMA) : les gousses (bi, tri et quadrigraines) saines sont décortiquées et séparées en gousses mûres et non-mûres. Le critère est le brunissement du parenchyme interne de la coque. Les gousses non-mûres présentent un parenchyme blanc duveteux. Le taux de maturité est le rapport entre le nombre de gousses mûres et le nombre total de gousses utilisées.

## Analyses statistiques

Analyse diallèle de la génération F1 : Deux méthodes ont été utilisées pour interpréter les données. Le cheminement suivi est celui utilisé par CLEMENT (1987) ; il s'agit du :

- modèle de GRIFFING (1956) qui permet de mesurer les aptitudes générales (AGC) et spécifiques (ASC) à la combinaison et de donner des renseignements sur les effets réciproques tant au niveau global qu'individuel. Une première analyse permet de comparer les 36 génotypes ; suit une analyse de variance pour tester les effets attribuables à l'AGC, à l'ASC et aux différences réciproques (ERC). Ces effets permettent de choisir une stratégie d'amélioration. L'importance des effets réciproques par rapport à l'AGC et à l'ASC, indiquera s'il convient de tenir compte de l'hérédité maternelle pour la sélection d'un caractère ;
- modèle de HAYMAN (1954), analyse graphique, donne les estimations des différentes composantes génétiques du caractère permettant de calculer divers paramètres : l'additivité et la dominance du caractère, l'hétérosis, l'héritabilité et le sens de dominance.

## Résultats

Les analyses des F1 durant les deux années d'expérimentation ayant révélé l'absence d'effet inter-année, les analyses et les interprétations ont été réalisées sur les moyennes des résultats obtenus.

## **Analyse diallèle des caractères mesurés**

### **Analyse par le modèle de GRIFFING**

#### **Comparaison des entrées**

L'analyse de variance de GRIFFING permet de différencier les 36 entrées pour les cinq caractères mesurés (tableau II) avec un degré de signification élevée. Le tableau III donne les valeurs moyennes des cinq caractères des parents et des 30 hybrides ainsi que la valeur de dominance des F<sub>1</sub>. On constate une dominance intermédiaire positive de tous les hybrides ; aucun effet d'hétérosis n'est obtenu.

#### **Analyse au niveau des effets globaux**

Les variances associées aux effets d'aptitude générale (AGC) et d'aptitude spécifique (ASC) à la combinaison ainsi qu'aux effets de réciprocité (ERC) sont indiquées pour les 5 caractères étudiés dans le tableau IV. Elles montrent que des différences hautement significatives existent entre les aptitudes générales et spécifiques à la combinaison des six parents pour trois caractères à savoir : HAP, RGP et TMA. Pour les deux autres caractères NGP et PMG, seuls des effets AGC sont détectés. Les effets ERC sont hautement significatifs pour HAP, NGP et RGP. L'effet réciproque n'est significatif qu'au seuil 0,05 pour PMG et non significatif pour TMA.

Les valeurs moyennes calculées du rapport variance AGC/variance ASC sont moyennes pour le taux de maturité et la hauteur de la plante (3,79 et 4,95), fortes pour le nombre de gousses et le rendement gousse/pied (9,70 et 6,25), très fortes pour le poids moyen d'une gousse (32,12).

### **Analyse par le modèle de HAYMAN**

#### **Analyse de variance des tables diallèles**

Le test des différents termes de l'analyse de variance de HAYMAN est présenté dans le tableau V pour tous les caractères mesurés. Les résultats enregistrés dans cette analyse sont conformes à ceux obtenus par le modèle de GRIFFING concernant le degré de signification des effets d'additivité (AGC) ou de dominance (ASC). Ils apportent toutefois les précisions suivantes :

– Le terme  $b_1$  qui est la déviation moyenne des F<sub>1</sub> par rapport à la moyenne des parents est hautement significatif pour HAP et significatif pour RGP au seuil de 5 %. Ce résultat indique que la déviation due à la dominance des gènes s'exerce de façon largement unidirectionnelle.

Pour les caractères NGP, PMG et TMA, le terme  $b_1$  n'est pas significatif. La dominance pour ces trois caractères est bidirectionnelle; c'est-à-dire que des gènes dominants à effets positifs et négatifs coexistent dans les génotypes parentaux.

– Le terme  $b_2$ , déviation moyenne des F<sub>1</sub> par rapport aux valeurs moyennes de chaque parent est significatif pour HAP. Ceci indique l'existence d'une asymétrie dans la distribution des allèles aux loci montrant de la dominance, certains parents possédant plus de gènes dominants que d'autres. Pour les quatre autres caractères,

**Tableau II.** Analyse de variance des cinq caractères étudiés des 36 entrées par le modèle de GRIFFING.

Effets testés	Hauteur plante (HAP)		Nombre gousses par pied (NGP)		Rendement gousses par pied (RGP)		Poids moyen d'une gousse (PMG)		Taux de maturité (TMA)		F théorique	
	Variance	F testé	Variance	F testé	Variance	F testé	Variance	F testé	Variance	F testé		
36 entrées	171,84	30,23***	94,34	3,51**	46,41	7,15**	0,05	8,37**	120,96	3,49**	1,55	1,86
Blocs	7,60	1,34ns	164,73	6,12**	0,05	0,01ns	0,01	0,79ns	95,67	2,76ns	3,15	4,93
CV	3,8		14,8		12,6		8,8		9,2			
Moyenne	62,79		35,12		20,39		0,91		70,26			

\*\*\* = hautement significatif ; ns = non significatif

**Tableau III.** Valeurs moyennes pour les 5 caractères.

Expressions	Hauteur plante (cm) HAP	Nombre de gousses par pied (NPGP)	Rendement gousses (RGP) g/pied	Poids moyen d'une gousse (PMG) en g	Taux de maturité (TMA) en %
F1 (hybrides)	63,21	35,42	20,81	0,914	70,93
P (Parents)	60,63	33,61	18,09	0,904	67,51
MP (meilleur parent)	67,87	39,67	22,62	1,203	78,67
Hétérosis ((F1-P)*100)/P	+4,25	+5,95	+15,03	+1,11	+5,06
Type de dominance	Dominance partielle	Dominance partielle	Dominance partielle	Dominance partielle	Dominance partielle

- le terme  $b_2$  n'est pas significatif. Ceci indique qu'il n'y a pas d'asymétrie dans la distribution des allèles aux loci montrant la dominance.
- le terme  $b_3$  déviation due à la dominance propre de chaque  $F_1$  représente l'aptitude spécifique à la combinaison. Il est significatif pour HAP, RGP et TMA. Pour les deux autres caractères (NGP et PMG), le terme  $b_3$  n'est pas significatif.
- le terme  $c$  qui teste les effets maternels est significatif pour HAP, TMA et NGP.

Pour les deux autres caractères (RGP, PMG) il n'y a pas d'effet maternel.

#### **Validité des hypothèses correspondant au modèle additivité-dominance**

Les résultats du test d'homogénéité de l'expression ( $W_r-V_r$ ) du tableau VI indiquent que le modèle additivité-dominance est respecté (degré de signification nul) pour deux caractères (HAP et TMA). L'hétérogénéité constatée pour les trois autres caractères indique l'existence d'effets modérés dus à la dominance des gènes distribués indépendamment chez les parents. Malgré cette situation, il a été possible d'accéder aux divers renseignements susceptibles d'être apportés par l'analyse.

#### **Analyse des composantes génétiques**

L'estimation des différentes composantes génétiques se trouve résumée dans le tableau VII. Ces valeurs permettent de calculer l'héritabilité au sens strict selon MATHER et JINKS (1971) suivant la formule :

$$\text{où } \frac{1}{2}(D+H1-H2-F) / \left[ \frac{1}{2}(D+H1-F) - \frac{1}{4}(H2-E) \right]$$

E = Composante due à l'environnement.

D = Composante due aux effets additifs.

H1 = Composante due aux effets non additifs.

H2 = Composante due aux effets non additifs en fonction d'une éventuelle asymétrie dans la distribution des allèles aux loci présentant de la dominance.

F = Covariance entre les effets additifs et non additifs

L'expression  $(D - H1)$  caractérise le type de dominance. Rappelons qu'il y a superdominance lorsque la variance génétique additive (D) est plus petite que la variance génétique de dominance (H1). Tel a été le cas pour tous les caractères mesurés, excepté le poids moyen d'une gousse où la dominance n'est que partielle ( $D > H1$ ).

**Tableau IV.** Analyses de variance des AGC, ASC et ERC pour les cinq caractères étudiés de la génération F<sub>1</sub> de Gampéla par le modèle de GRIFFING.

Effets testés	Hauteur plante		Nombre gousses par pied		Rendement gousses d'une gousse		Poids moyen		Taux de maturité		F théorique	
	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé		
AGC	112,54	59,40**	102,7	11,45**	56,43	26,09**	0,1060	48,28**	124,32	10,76**	2,34	3,29
ASC	27,16	13,34**	10,58	1,18 ns	9,03	4,18**	0,0033	1,57 ns	32,82	2,84**	1,81	2,38
ERC	68,98	36,40**	28,57	3,18**	8,25	3,82**	0,0004	1,88*	19,82	1,71 ns	1,81	2,38
Variance AGC / Variance ASC	4,95		9,70		6,25		32,12		3,79			

AGC = Aptitude Générale à la Combinaison

ASC = Aptitude Spécifique à la Combinaison

ERC = Effets Réciproques

\*\* = hautement significatif ; \* = significatif ; ns = non significatif

**Tableau V.** Analyse de variance pour les cinq caractères étudiés de la génération F de Gampéla par le modèle de HAYMAN.

Terme de Hayman	Effets testés		Hauteur plante		Nombre gousses par pied		Rendement gousses par pied		Poids moyen d'une gousse		Taux de maturité		F théorique
	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	
A	337,62	81,42**	308,11	7,04**	168,29	12,60**	0,315	50,70**	372,97	11,07**	3,33	5,64	
B	81,49	17,83**	31,73	1,59 ns	27,10	5,38**	0,010	1,74 ns	98,46	2,99**	2,02	2,52	
b <sub>1</sub>													
	99,76	293,40**	49,20	4,00 ns	115,10	19,93*	0,001	0,49 ns	175,61	6,21 ns	18,5	98,5	
b <sub>2</sub>													
	172,92	51,92**	48,10	2,87 ns	9,22	1,47 ns	0,005	1,45 ns	92,60	1,38 ns	3,33	5,64	
b <sub>3</sub>													
	25,33	4,47**	20,69	0,9 ns	27,26	6,38**	0,012	1,95 ns	93,14	6,47**	2,46	3,60	
C													
	426,00	36,99**	122,84	3,68*	13,94	2,89 ns	0,006	0,91 ns	97,55	8,03**	3,33	5,64	
D													
	97,39	18,78**	67,14	2,61*	30,17	5,04**	0,016	0,00ns	40,42	0,82ns	2,32	3,37	

\*\* = Hautement significatif ; \* = significatif ; ns = non significatif

**Tableau VI.** Analyse de variance des tests d'homogénéité des quantités ( $W_r - V_r$ ) et ( $W_r + V_r$ ) attachées à chaque parent selon le modèle de HAYMAN.

Effets testés	Hauteur plante		Nombre gousses par pied		Rendement gousses par pied		Poids moyen d'une gousse		Taux de maturité		F théorique	
	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé	Variance	F calculé
$W_r - V_r$	273,33	2,46 ns	933,20	5,03*	376,84	14,36***	0,0005	4,89*	255,45	1,75 ns	3,33	5,6
$W_r + V_r$	171,63	1,72 ns	48,58	1,08 ns	37,71	3,55*	0,0000	1,42 ns	938,88	0,71 ns	3,33	5,6

\*\*\* = Hautement significatif ; \* = significatif ; ns = non significatif

$W_r - V_r$  = degré de dominance

$W_r + V_r$  = ordre parental de dominance

**Tableau VII.** Estimation des différentes composantes génétiques de caractères étudiés de la génération F1 selon le modèle de HAYMAN.

Composantes génétiques	Hauteur plante		Nombre de gousses par pied		Rendement gousses par pied		Poids moyen d'une gousse		Taux de maturité	
	Valeur	Ecart-type	Valeur	Ecart-type	Valeur	Ecart-type	Valeur	Ecart-type	Valeur	Ecart-type
E : Variance environnementale	1,895	1,667	8,97	1,12	2,16	0,543	0,0022	0,0005	11,56	2,02
D : Effets additifs	23,551	4,410	37,35	2,96	11,75	1,437	0,0491	0,0012	70,36	5,33
$H_1$ : Effets non additifs	96,560	11,196	41,98	7,52	23,87	3,648	0,0135	0,0031	129,19	13,54
$H_2$ : Effets non additifs pondérés	56,73	10,001	30,33	6,72	20,59	3,259	0,0104	0,0028	87,08	12,10
$h_2$ : Dominance sur l'hétérozygote	17,421	6,732	4,73	4,5	20,10	2,193	0,0010	0,0019	26,09	8,14
F : Covariance add x non additif	25,778	10,774	8,53	7,24	20,73	3,511	0,0167	0,0030	68,05	13,03
D- $H_1$ (type de dominance)	-73,01 (superdominance)		-4,63 (superdominance)		-12,12 (superdominance)		0,036 (dominance partielle)		-58,83 (superdominance)	

### Héritabilité des caractères mesurés

Le tableau VIII donne les valeurs moyennes des héritabilités des cinq caractères selon les méthodes de GRIFFING et de HAYMAN.

**Tableau VIII.** Héritabilité au sens strict des caractères mesurés.

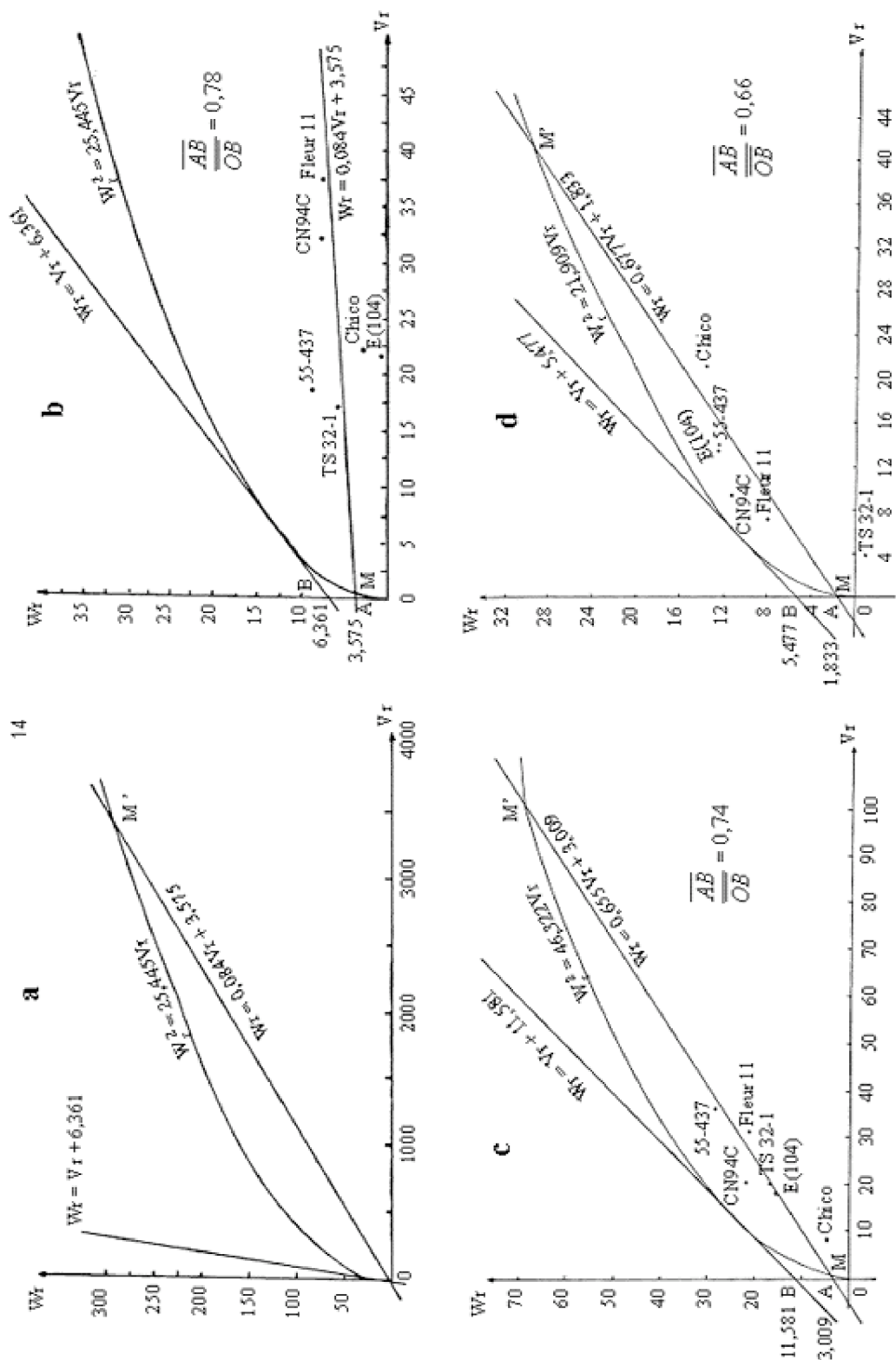
Caractère	Héritabilité	
	Selon GRIFFING	Selon HAYMAN
HAP	0,54	0,23
NGP	0,55	0,35
RGP	0,59	0,32
PMG	0,78	0,82
TMA	0,39	0,39

A la génération F1, on note une forte héritabilité pour le PMG (GRIFFING 0,78 ; HAYMAN 0,82) et une très faible pour TMA (0,39 d'après les deux méthodes), durant les deux années d'expérimentation à Gampéla. Les taux d'héritabilité pour HAP, NGP, RGP sont plus élevés avec la méthode de GRIFFING (0,54 à 0,59) qu'avec celle de HAYMAN (0,23 à 0,35).

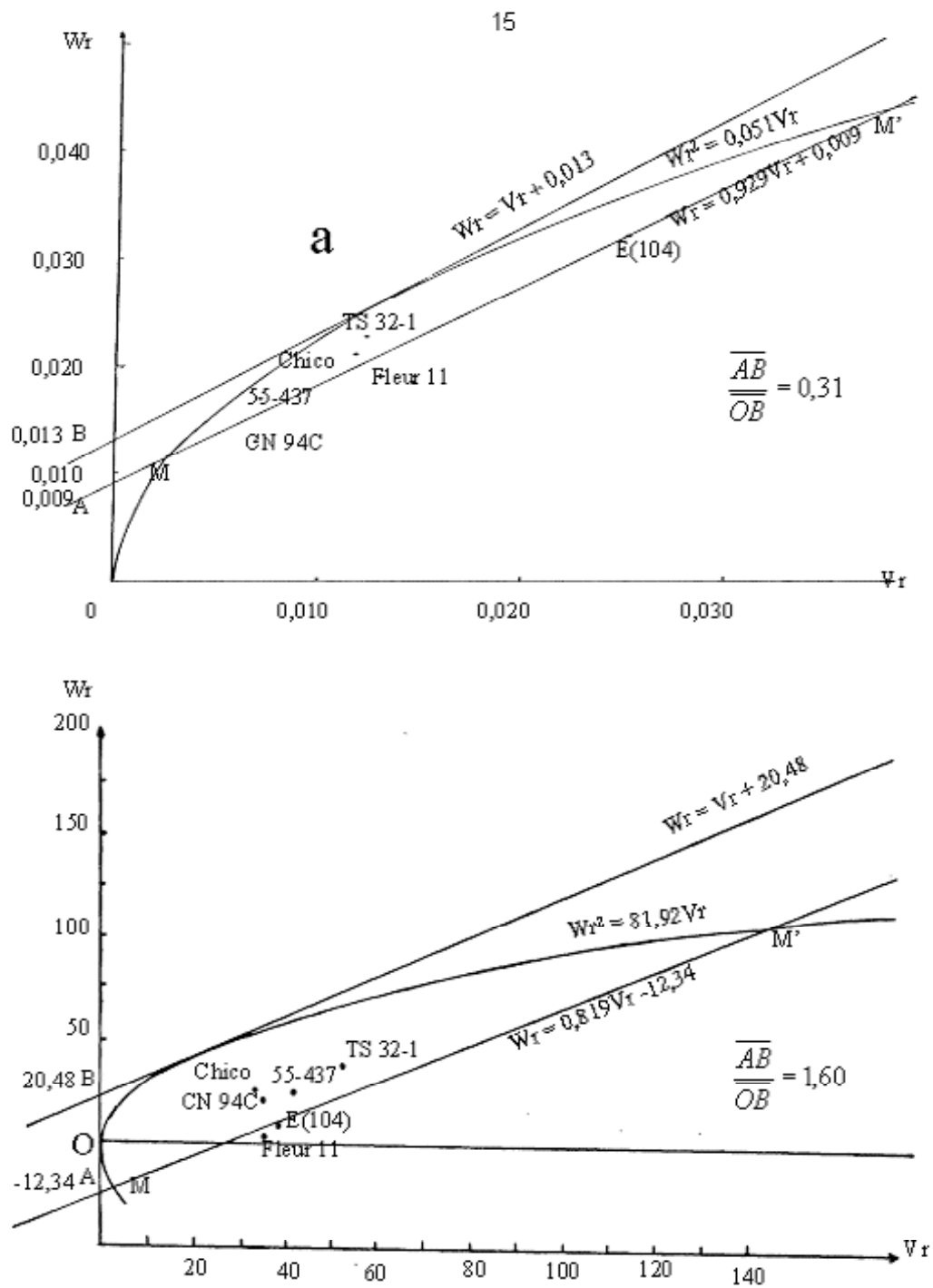
### Analyse graphique

Représentation graphique de  $W_r$  (covariance entre un parent  $r$  et ses descendants) en fonction de  $V_r$  (variance d'un parent  $r$  et de ses descendants) selon les figures 1 et 2.

Sur nos différentes figures, nous avons trois courbes : une parabole, une droite de régression et une tangente. Nous voyons que la droite de régression coupe l'axe des ordonnées  $W_r$  au point A ; la tangente à la parabole qui coupe ce même axe en B. La parabole coupe la droite de régression en deux points M et M'.



**Figure 1.** Représentation graphique de  $W_r$  en fonction de  $V_r$  pour la hauteur de la plante (a et b), le nombre de gousses par pied (c) et le rendement gousses par pied (d). Les graphiques a et b couplés permettent de situer les points M et M' et la disposition des parents.



**Figure 2.** Représentation graphique de  $W_r$  en fonction de  $V_r$  pour le poids moyen d'une gousse (a) et le taux de maturité (b).

## Discussion

Rappelons tout d'abord que pour réaliser cette étude sur l'arachide nous avons choisi des parents différenciés par leur rendement et la longueur de leur cycle. Les conclusions présentées ici ne s'appliquent, au sens statistique strict, qu'à ces génotypes et leurs hybrides. Cependant, les variétés impliquées étant des variétés cultivées on peut se permettre une prudente extrapolation.

Pour mesurer les aptitudes à la combinaison, nous avons appliqué les tests des croisements dialèles. Nous avons pu vérifier l'applicabilité de ce test. En effet même si *A. hypogaea* est considéré comme une espèce allotétraploïde segmentaire dont on discute encore l'importance de la partie du génome restée de nature autotétraploïde, l'absence de caractères à hérédité tétraploïde et la rareté des quadrivalents à la méiose nous ont permis de l'assimiler à une espèce diploïde.

Il est possible que, de par la nature allotétraploïde, une certaine hétérozygotie soit encore présente malgré le régime d'autofécondation. L'expérience montre cependant que les variétés, sans doute de par leur cléistogamie, se comportent comme des lignées pures, donc homozygotes.

En considérant le modèle de GRIFFING, on s'est aperçu que les effets réciproques sont significativement différents pour tous les caractères étudiés ; ce qui laissait supposer des effets maternels. Mais avec le modèle de HAYMAN, nous avons pu montrer que les effets réciproques sont nuls pour les caractères PMG et RGP. Sachant que ce test est plus restrictif donc plus proche de la réalité, nous pouvons donc considérer l'absence d'ERC pour ces deux caractères.

Il a été possible de tester la distribution indépendante des gènes par l'étude de l'homogénéité des expressions ( $W_r - V_r$ ) et ( $W_r + V_r$ ). De ce fait, le modèle mendélien est respecté pour les caractères étudiés, excepté sans doute celui du rendement des gousses en gramme par pied. Mais ce caractère étant plurigénique, il est difficile d'échapper à d'éventuels aspects d'épistasie et de multiallélisme. Cette situation peut être amoindrie par les essais multisites et pluriannuels. Aussi, considérons-nous les résultats comme valables tout en étant prudent dans les interprétations.

### Etude sur les AGC, ASC et ERC

Les AGC significatifs pour les caractères que nous avons étudiés indiquent un important effet additif. Ceci nous permettait d'espérer une superdominance dans le croisement de deux parents éloignés génétiquement. Nous avons en effet obtenu un effet d'hétérosis (superdominance) en croisant 4x6 [Fleur 11 x ICGS(E)104] et 5x6 [55-437 x ICGS(E)104] pour HAP et 2x6 [TS32-1 x ICGS(E)104] et 6x4 [ICGS(E)104 x Fleur 11] pour le PMG. Les géniteurs ayant une bonne AGC constituent un matériel important utilisable comme testeur dans les top-cross. De tels résultats ont été obtenus par GARET en 1976 par rapport à RGP et NGP. Ayant mené notre étude sur un site deux ans durant, contrairement à GARET (un seul site, une année) nous aboutissons aux mêmes conclusions. Nos géniteurs présentent également des ASC significatifs pour HAP, RGP et TMA mais non pour NGP ni PMG, rejoignant les résultats de GARET en 1976 sur les deux caractères RGP et NGP. Nos ASC significatifs nous permettent d'affirmer que, en choisissant avec soin les parents, nous pouvons tirer partie d'un croisement spécifique pour améliorer RGP, HAP et TMA chez des hybrides. Nous avons constaté que les croisements réciproques étaient équivalents, sauf pour le caractère TMA. Nous n'avons donc pas à nous soucier d'un effet maternel pour améliorer ces caractères, le sens du croisement n'ayant aucun effet sur la performance des hybrides.

Le rapport entre variance AGC et variance ASC, des caractères TMA et HAP indiquent que l'additivité exerce une influence non négligeable mais pas prépondérante sur l'expression génétique de ces caractères. Les fortes valeurs de ce rapport pour RGP, NGP et PMG indiquent que l'additivité est prépondérante sur l'expression génétique de ces caractères. De plus, ces valeurs (AGC/ASC), moyennes à fortes suggèrent que le choix des parents avant l'hybridation est très important et conditionne la réussite de la sélection.

Le taux d'héritabilité faible pour NGP, quels que soient le lieu et la méthode, suggère au contraire que le choix des géniteurs avant l'hybridation ne s'impose pas.

La structure polyploïde de l'arachide peut entraîner un biais dans les estimations d'aptitude à la combinaison (AGC et ASC) et celles d'hétérosis ; en effet les gamètes d'une telle espèce n'étant pas de vrais haploïdes, ils véhiculent une part des effets de dominance. L'aptitude générale à la combinaison, qui est un attribut gamétique pourrait, dans ce cas, ne pas refléter uniquement les effets additifs des gènes. Un facteur supplémentaire d'incertitude se rapporte à l'hétérosis : en effet, devant la part de son génome autotétraploïde, l'homozygotie de l'arachide ne sera pas détruite totalement après un seul croisement, comme elle l'est pour la partie allotétraploïde. En d'autres termes, le niveau maximum d'hétérozygotie chez l'arachide (qui pourrait correspondre à la vigueur hybride maximum) ne serait pas atteint chez l'hybride simple mais chez l'hybride double F2 ou chez l'hybride F3.

### **Analyse sur la régression linéaire ( $W_r/V_r$ )**

Les informations données par l'analyse de la régression linéaire ( $W_r/V_r$ ) nous indiquent que :

- lorsque la pente de la droite de régression est proche de 1, nous pouvons l'interpréter comme indiquant que seuls des gènes à action additive et à action partiellement dominante existent dans les combinaisons parentales et qu'il n'existe pas d'interactions non alléliques et en particulier des actions complémentaires entre les combinaisons parentales. Ceci est le cas des deux caractères : poids moyen d'une gousse et taux de maturité, avec respectivement des pentes de 0,929 et 0,819.
- lorsque la pente de la droite de régression est différente de 1, il existe des interactions non alléliques. Tel est le cas des caractères : hauteur plante (pente = 0,084), nombre de gousses par pied (pente = 0,655) et rendement gousses par pied (pente = 0,677).
- lorsque la valeur du rapport AB/OB est comprise entre 0 et 1, la relation de dominance moyenne est de type partiel, comme pour tous les caractères analysés dans ce travail, excepté le TMA (valeurs comprises entre 0,31 à 0,78).
- lorsque la valeur du même rapport est supérieure à 1, la relation de dominance moyenne est de type superdominant, nous l'avons vérifié pour le taux de maturité avec un chiffre égale à 1,6.

### **Position des points ( $W_r$ ; $V_r$ ) sur la droite de régression**

Deux points extrêmes sont à prendre en considération : les points M et M' correspondant aux intersections entre la droite de régression ( $W_r$ ,  $V_r$ ) et la parabole  $W^2_r = V_p \times V_r$ . Ces deux points correspondent théoriquement aux génotypes ayant respectivement chez l'un tous les gènes dominants et chez l'autre tous les gènes récessifs contrôlant un caractère considéré.

Par rapport à ces points, nous pouvons dire que 4 géniteurs sur 6 possèdent une majorité de gènes dominants pour tous les caractères étudiés. Il s'agit de : CN94C, TS32-1, Fleur 11 et 55-437.

La variété Chico avec 49,70 % de gènes dominants se trouvant en position médiane (figure 1d) entre M et M', concentre en son sein un mélange de gènes dominants et de gènes récessifs pour le caractère rendement gousses par pied. La variété ICGS(E)104 proche du point M (figure 2a) comprend davantage de gènes récessifs (36,25 % de gènes dominants soit 63,75 % de gènes récessifs) pour le caractère poids moyen d'une gousse.

### **Les héritabilités**

Les héritabilités obtenues dans notre étude selon les méthodes de GRIFFING et HAYMAN ne sont pas totalement équivalentes. Quand l'héritabilité d'un caractère est faible, le sélectionneur aura des difficultés à le sélectionner. S'il veut le faire, il faut qu'il augmente la taille de son échantillon de travail qui lui permettra d'avoir plus de chance de transmettre le caractère. Il sera aussi indiqué de réaliser beaucoup de croisements et de procéder à un tri sévère. Pour une héritabilité moyenne à forte, on peut entreprendre une stratégie d'amélioration ou de sélection. Quand l'héritabilité est élevée, les chances de transmettre les gènes sont plus élevées. Le sélectionneur peut bâtir un plan de croisement pour transférer les gènes. La difficulté est de déterminer quand est-ce qu'une héritabilité est faible ou forte. Nous considérons comme forte une héritabilité de 0,60.

Partant de ces considérations, les héritabilités de HAP (0,54) NGP (0,55) sont moyennes, faibles pour TMA (0,39) et fortes pour PMG (0,78). Selon HAYMAN, les héritabilités de HAP, NGP, RGP et TMA sont faibles (environ 0,30) et très fortes pour PMG. En considérant ces résultats on peut alors dire que le PMG est le caractère le plus héritable. Il peut être un caractère de choix dans une stratégie de sélection visant à accroître le rendement.

### **Conclusion**

L'objectif de cette étude était de savoir comment sont transmis les caractères associés au rendement chez l'arachide et comment procéder au choix des parents dans un programme d'hybridation qui vise à améliorer le rendement chez l'arachide.

Les fortes valeurs d'AGC/ASC montrent que le choix des parents est important avant l'hybridation pour tous les caractères associés au rendement chez l'arachide.

En considérant les héritabilités calculées selon la méthode de GRIFFING, on peut retenir que les caractères HAP, NGP et RGP sont moyennement transmis et TMA, faiblement transmis. La méthode de HAYMAN suggère que HAP, NGP et RGP sont très faiblement transmis ; le TMA l'est faiblement. Quelle que soit la méthode, le taux de transmission du PMG est très fort et constitue un critère de choix pour améliorer le rendement chez l'arachide.

Les résultats des croisements réciproques permettent de réduire seulement le nombre de croisements en ne pratiquant qu'un demi-diallèle si l'on veut améliorer le TMA. Un effet de différence entre croisements réciproques étant nul en ce qui concerne ce caractère. Le calcul des héritabilités en F2 et F3 pourrait préciser davantage la génération à laquelle la sélection peut se faire pour tel ou tel caractère et pourrait également préciser la nécessité ou pas de création d'hybrides.

## Références citées

- AGME D. E. M. and YOUNG C. T., 1982.** Composition quality and flavor of peanut. Annual Peanut Research, 12 (4) : 656-688.
- CLEMENT G. , 1987.** L'amélioration du riz pluvial par hybridation. Analyse diallèle de huit caractères quantitatifs dans l'ensemble Japonica au sens large ; application à la sélection. Thèse de Docteur Ingénieur, mention Amélioration des plantes, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 161 p.
- CONKERTONE E. J. and ORY, 1987.** Peanuts as food proteins. In : "Development in Food-Proteins". Tom and Jerry, Applied Science, New-York, USA, p. 1-29.
- CONKERTONE E. K., and ORY L., 1989.** Les effets du stress hydrique sur la composition des graines d'arachide. Oléagineux, 44 (12) : 593-602.
- CUMMINS D. G., JACKSON C. R., 1982.** World peanut production, utilization and research. Annual report of Georgia University, 16 : 16-27.
- F.A.O (2001).** Annuaire production. FAO, Rome, Italie, 254 p.
- GALLAUD M., 1962.** L'IRHO en Haute-Volta. Oléagineux, 12 (4) : 413-417.
- GARET B. , 1976.** Hétérosis et aptitudes à la combinaison chez l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Oléagineux, 31 (10) : 435-442.
- GRIFFING B., 1956.** Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biology Science, 9 : 463-493.
- HAYMAN B. , 1954.** The analysis of variance of diallel tables. Biometrics, 12 : 235-244.
- MATHER et JINKS, 1971.** Biometrical genetics. Chapman and Hall, London, England, 82 p.
- MOUKAILA A., 1980.** Groundnut Productions Research and research problems in Niger. In : "Groundnut Productions Symposium in Africa", Banjul, Gambia, p. 262-265.
- SUBRAHMANYAM P., HAMA H., SMITH D. H., MOUKAÏLA A., N'DUNGURU B. J., et SANKARA Ph., 1992.** Les maladies de l'arachide au Niger et au Burkina Faso. Oléagineux, 47 (3) : 119-132.
- ZAGRE B., MONDEIL F., BALMA D., et GAUTREAU J., 1994 .** Ressources phytogénétiques de l'arachide : évaluation des caractères quantitatifs de la collection du Centre du Burkina Faso. Science et Technique, 21 ( 1) : 134-147.