

# Etude de la variabilité génétique et du comportement du haricot ailé (*Psophocarpus tetragonolobus*) introduit en Côte d'Ivoire

A.CHARRIER et K. MIEZAN\*

## Résumé

La Fondation Nestlé a introduit en Côte d'Ivoire les premières souches de *P. tetragonolobus* en 1976. Une collection de 97 souches provenant du Ghana, du Nigéria, de Papouasie-Nouvelle-Guinée, du Costa Rica et de Thaïlande a été constituée; elle est conservée par graines en chambre climatisée, au Centre ORSTOM d'Adiopodoumé. Ce matériel végétal a été décrit, et sa variabilité évaluée pour des caractères morphologiques et physiologiques variés. Son exploitation directe a permis de repérer cinq souches présentant une production de graines importante dans les conditions écologiques de basse Côte d'Ivoire. Les stratégies propres à l'enrichissement de notre collection de *P. tetragonolobus* et à la conduite de sa sélection sont aussi discutées.

\* \* \*

## Introduction

*P. tetragonolobus* est une plante lianescente, à racines tubéreuses, à feuilles trifoliées, produisant des gousses à quatre faces et quatre ailes membraneuses, d'où son nom de haricot ailé (photo). C'est une espèce de la tribu des Papilionacées appartenant au genre *Psophocarpus* NECKER. D'après l'étude taxonomique, la plus récente de VERDCOURT et HALLIDAY (1979), il est composé de neuf espèces, dont huit existent à l'état sauvage en Afrique. L'espèce cultivée *P. tetragonolobus* est parfaitement adaptée aux climats tropicaux humides. Elle est principalement cultivée en Asie du Sud-Est, en Indonésie, dans les îles du Pacifique Sud, en Inde, et à un moindre degré en Afrique et en Amérique tropicale. Les populations locales consomment le plus communément les jeunes gousses vertes, les tubercules et les graines mures, mais aussi les jeunes feuilles, les jeunes pousses et les fleurs comme légumes. En outre, cette légumineuse produit en abondance des nodosités, d'où son utilisation possible comme plante de couverture pour la régénération de la fertilité des sols tropicaux.

29 NOV. 1983

\* Laboratoire de génétique, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3982

Cote : B

*P. tetragonolobus* possède une valeur alimentaire équivalente à celle du soja: les graines à maturité présentent des teneurs élevées en protéines (34 % M.S.) et en lipides (17 % M.S.). Les gousses vertes et les feuilles sont aussi riches en protéines et en vitamines; les tubercules contiennent 20 % de protéines par rapport à la matière sèche (NEWELL et HYMOWITZ, 1979).

Pour toutes ces raisons, le haricot ailé est présenté depuis 1975 comme une espèce providentielle pour les régions tropicales humides où la ration protéinique est si souvent insuffisante (National Academy of Sciences, 1975). C'est cet objectif que la Fondation Nestlé pour l'étude des problèmes de nutrition dans le monde a poursuivi en introduisant cette nouvelle plante en Côte d'Ivoire en 1976, afin d'enrichir en protéines la ration alimentaire des populations rurales consommatrices d'igname et de manioc (RAVELLI *et al.*, 1978).

L'introduction d'une nouvelle espèce cultivée rencontre maints obstacles et ne pourra être acquise qu'après avoir surmonté nombre de réticences et habitudes, surtout au niveau de sa consommation. L'intérêt de l'expérience conduite par la Fondation Nestlé en Côte d'Ivoire avec *P. tetragonolobus* tient à son approche multidisciplinaire associant agronomes, médecins et diététiciens au contrôle des différentes phases de la culture et de la consommation.

Dans cet article, nous présentons la contribution du laboratoire de génétique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé à cette entreprise. Pendant cette phase d'étude du comportement du haricot ailé dans les conditions climatiques de basse Côte d'Ivoire, nous avons évalué la diversité d'une centaine de souches de *P. tetragonolobus* introduites en Côte d'Ivoire, d'après leurs caractéristiques morphologiques, leur comportement phénologique et leur production. Les résultats acquis ont permis le choix d'un nombre limité de variétés adaptées aux conditions locales. Des propositions sont faites pour la conduite de l'amélioration génétique de ce matériel végétal.

## Matériel et méthodes

Les souches de *P. tetragonolobus* mises en expérimentation en Côte d'Ivoire ont été introduites pour la plus grande part par la Fondation Nestlé. Le premier matériel végétal utilisé en 1976 était constitué de deux lots, l'un à grosses graines, originaire du Ghana (Kade Research Station), l'autre à petites graines originaire de l'Université de Papouasie-Nouvelle-Guinée (cultivar UPS 31). En culture, ces deux origines ont manifesté une hétérogénéité phénotypique justifiant une récolte individuelle plante par plante. Nous avons ainsi isolé dans le matériel du Ghana 64 souches désignées par une lettre de l'alphabet comprise entre A et N, et dans le matériel de Papouasie-Nouvelle-Guinée, huit souches portant la lettre P.

La deuxième introduction réalisée en 1977 par le Professeur B. TOURÉ, doyen de la Faculté des sciences d'Abidjan, en provenance



*Le haricot ailé doit son nom à ses gousses à quatre faces et quatre ailes membraneuses.*



de Mayaguez au Costa Rica, était composée de seize lignées désignées par les lettres WB; elle comprenait six souches provenant de Papouasie-Nouvelle-Guinée et neuf souches issues de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA, Ibadan) au Nigéria.

Ces ressources génétiques ont été de nouveau enrichies par la Fondation Nestlé en 1978 de neuf variétés distribuées à l'occasion du Séminaire international sur le haricot ailé tenu aux Philippines, et provenant du Ghana (Kade), de Papouasie-Nouvelle-Guinée (UPS), du Nigéria (TPt) et de Thaïlande (Nakkon Sawan).

La liste complète des souches de *P. tetragonolobus* étudiées et stockées au Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) est donnée, par provenances, dans le *tableau 1*.

La conservation à court terme de cette collection est assurée par stockage des graines en salle climatisée (24° C) et déshumidifiée (60 % HR). Au cours des essais, les graines d'une même souche sont multipliées sous forme généalogique, par récolte individuelle des plantes laissées en fécondation libre. Chez cette espèce à fleurs cléistogames et à mode de reproduction préférentiellement autogame, la technique de multiplication choisie conduit à l'isolement et au maintien de souches homozygotes. Toutefois, il ne faut pas sous-estimer les possibilités de fécondation croisée liées au transport du pollen par les nombreuses espèces d'insectes visitant les fleurs de *P. tetragonolobus*. ERSKINE (1978) a démontré que le taux de fécondation croisée peut atteindre 7,6 % pour le caractère «coloration des tiges au stade jeune», et mis en évidence des descendance en ségrégation pour quatre caractères qualitatifs chez 5 % des plantes étudiées. Le strict maintien des lignées en collection nécessite l'emploi d'un isolement favorisant l'autopollinisation forcée.

L'évaluation de la variabilité génétique et agronomique de notre collection de *P. tetragonolobus* a été réalisée au cours de quatre essais en champ:

- mars à octobre 1977 (60 souches; 30 pieds/souche; 3 répétitions);
- mars à octobre 1978 (56 souches; 20 pieds/souche; 4 répétitions);
- novembre 1978 à mars 1979 (14 souches; 50 pieds/souche; sans répétition);
- mai à novembre 1979 ( 6 souches; 60 pieds/souche; sans répétition).

Il s'agit d'essais comparatifs des différentes lignées suivant un dispositif en blocs de FISHER ou en parcelles uniques de plus grande surface. Ces différentes expérimentations ont été entreprises à la période de culture des plantes vivrières, pendant la saison des pluies, à l'exception de la troisième, conduite à contre-saison. La basse Côte d'Ivoire présente un climat tropical chaud et humide caractérisé par une température moyenne oscillant entre 27 et 32° C pour les maxima et

Tableau 1. Liste des souches de *P. tetragonolobus* de la collection du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire)

Origine	Désignation des souches	Observations
Ghana	A 5/8/9 B 2/7/10/11/12/13 C 3/5/8/9/12/14 D 7 E 1/9/10/12 F 1/3/14 G 2/4/5/8/9/10/11/12 H 3/4/5/6/7/8/9/10/12/ 13 I 7/10/11/13/14 J 7/8/10/11 K 9/14 L 7/8/9/10 M 10/12/13 N 7/9/11/13 O 10 Kade 6-16	
Papouasie – Nouvelle-Guinée	P 1/2/3/4/5/6/7/8 WB 4-5 WB 5-10 WB 6-6 WB 7-1 / 7-2 / 8-1 UPS 61 / 122	~ UPS 31 ~ UPS 48 ~ UPS 58
Nigéria (IITA)	WB 11-2 WB 12-4/13-1 WB 15-12 WB 16-1 WB 18-1 WB 19-9 TPt 1/2/3/6/14	~ TPt 2 ~ TPt 3 ~ TPt 8 ~ TPt 9 ~ TPt 11 ~ TPt 12
Java (Bogor)	WB 22-7	~ PI 338610
Thaïlande	NS 1205 NS 1303 NS 2801	

entre 21 et 23° C pour les minima, avec une pluviométrie annuelle de 2095 mm. Elle se répartit en deux saisons des pluies distinctes, l'une de mi-mai à mi-juillet, l'autre, moins importante, en octobre-novembre; elles sont séparées par une petite saison sèche (mi-juillet à septembre) et une grande saison sèche (décembre à avril).

Nos essais ont été implantés sur des sables tertiaires enrichis en matière organique par l'enfouissement de fumier ou de plantes de couverture (*Pueraria*). Les graines ont fait l'objet d'un semis direct en poquets, sur billons espacés de 1 m. Une seule plante a été conservée sur la ligne tous les 0,50 m ou les 1 m suivant les essais. Ces plantes ont été tuteurées individuellement avec des piquets de 3 m de hauteur.

Dans nos conditions de milieu, *P. tetragonolobus* est attaqué par de nombreux insectes et parasites. Citons les principaux dégâts observés qui ont nécessité le recours à des traitements chimiques:

- destruction des jeunes plantes à la levée par des champignons (pythium) et par des criquets;
- attaques foliaires par l'antracnose et des chenilles défoliatrices;
- consommation des fleurs par des insectes;
- destruction des graines dans les gousses vertes par des borers;
- attaque de nématodes, du groupe *Meloidogyne* principalement;
- intervention de trois viroses.

De plus amples informations sur ces maladies en Côte d'Ivoire ont été rapportées par FORTUNER (1979) et par FAUQUET (1979).

## Résultats expérimentaux

L'évaluation de la variabilité de la collection de *P. tetragonolobus* à notre disposition a porté sur des caractéristiques morphologiques (coloration des tiges, des fleurs, des fruits et des graines; taille des feuilles; longueur et nombre de graines des gousses), phénologiques (cycle floraison-production) et agronomiques (production et poids de 100 graines).

### La variation des caractères morphologiques descriptifs

Nous avons utilisé la plupart des descripteurs retenus par différents auteurs ayant étudié la diversité génétique de *P. tetragonolobus* comme KAHN (1976), ERSKINE (1978), CHOMCHALOW *et al.* (1978).

Les caractères qualitatifs de coloration couramment utilisés comme marqueurs présentent un déterminisme génétique monofactoriel, avec dominance de la coloration pourpre par rapport à vert pour les tiges, le calice et les fruits, ainsi qu'une liaison pour les deux premiers (ERSKINE et KAHN, 1977). Toutefois, on observe couramment des nuances dans les colorations de base que nous n'avons pas prises en considération dans tous les cas. D'autres caractères qualitatifs et quantitatifs ont aussi été observés afin de décrire la variabilité des feuilles, des fruits, des ramifications secondaires sur la liane principale (la liste des caractères étudiés avec leurs différents états est résumée dans le *tableau 2*).

Les souches en collection ont ainsi été décrites (*annexe 1*). Nous pouvons les caractériser d'après leur origine. Les plantes de l'origine Ghana ont généralement une tige principale anthocyanée, peu ou pas ramifiée; elle porte de grandes feuilles vertes ou vert-jaune; les fleurs sont à pétales bleu ciel et à sépales verts frangés de pourpre; elles

Tableau 2.

Liste des caractères morphologiques et de leurs états

Coloration des différentes parties de la plante	
Tige principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vert</li> <li>2. vert veiné de pourpre</li> <li>3. pourpre clair</li> <li>4. pourpre foncé</li> </ol>
Feuilles	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vert-jaune</li> <li>2. vert moyen</li> <li>3. vert foncé</li> </ol>
Sépales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vert</li> <li>2. vert frangé de pourpre</li> <li>3. pourpre</li> </ol>
Pétales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. bleu pâle</li> <li>2. bleu ciel</li> <li>3. pourpre clair</li> <li>4. pourpre</li> </ol>
Fruits	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vert</li> <li>2. vert avec les ailes pourpres</li> <li>3. uniformément pourpre</li> </ol>
Graines	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. brun clair</li> <li>2. brun foncé</li> <li>3. pourpre</li> </ol>
Taille des feuilles	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. petite</li> <li>2. moyenne</li> <li>3. grande</li> <li>4. très grande</li> </ol>	<p>foliole terminale de 5 à 7 mm de long</p> <p>foliole terminale de 8 à 10 mm de long</p> <p>foliole terminale de 10 à 13 mm de long</p> <p>foliole terminale dépassant 14 mm de long</p>
Ramifications secondaires de la liane principale (notée au début de la floraison)	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. absence</li> <li>2. peu ramifiée</li> <li>3. ramifiée</li> </ol>
Formes et aspect du fruit	
Section du fruit	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. rectangulaire</li> <li>2. semi-aplati</li> <li>3. aplati avec suture sur les côtés</li> <li>4. ou sur la face plane</li> </ol>
Surface du fruit	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. lisse</li> <li>2. rugueuse</li> </ol>



Annexe 1. Description des souches de *P. tetragonolobus*.

Provenance	Souches	Coloration tiges*				Coloration sépales*			Coloration pétales*				Coloration feuilles*			Coloration grains*			Taille feuilles*				Ramification secondaire*											
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3									
Ghana	A	5		+				+						+						+						+						+		
	B	2		+				+						+						+						+	+					+		
	B	7		+				+						+						+						+						+		
	B	10		+				+						+						+						+						+		
	B	11		+				+						+						+						+						+		
	B	12		+				+						+						+						+						+		
	B	13		+				+						+						+						+						+		
	C	8		+				+						+						+						+						+		
	C	12		+				+						+						+						+						+		
	C	14		+				+						+						+						+						+		
	D	7		+				+						+						+						+						+		
	E	9		+				+						+						+						+						+		
	E	10		+				+						+						+						+						+		
	F	3			+				+						+						+						+						+	
	F	14			+				+						+						+						+						+	
	G	2			+				+						+						+						+						+	
	G	4			+				+						+						+						+						+	
	G	5		+				+							+						+						+						+	
	G	8			+				+						+						+						+						+	
	G	9			+				+						+						+						+						+	
G	10			+				+						+						+						+						+		
G	11			+				+						+						+						+						+		
G	12			+				+						+						+						+						+		
H	3			+			+							+						+						+						+		
H	4			+										+						+						+						+		
H	5			+			+							+						+						+						+		
H	8			+										+						+						+						+		
H	10			+										+						+						+						+		

	I	7		+		+		+		+			+		+			+		+
	I	10		+		+		+		+			+		+			+		+
	I	13		+		+		+		+			+		+			+		+
	J	8		+		+		+		+			+		+			+		+
	J	11		+		+		+		+			+		+			+		+
	M	13		+		+		+		+			+		+			+		+
	N	13		+		+		+		+			+		+			+		+
	Kade	6-16		+		+		+		+			+		+			+		+
Papouasie Nouvelle- Guinée	P	1		+		+		+		+			+		+			+		+
	P	2		+		+		+		+			+		+			+		+
	P	3											+		+					+
	P	4		+		+		+		+			+		+			+		+
	P	5		+				+		+			+		+			+		+
	P	7											+		+			+		+
	P	8		+				+		+			+		+			+		+
	WB	4-5																		
	UPS	61		+		+		+		+			+		+			+		+
	UPS	122				+		+		+			+		+			+		+
Nigéria	TPt	3				+		+		+			+		+			+		+
	TPt	6				+		+		+			+		+			+		+
	TPt	14		+				+		+			+		+			+		+
	WB	12-4		+						+			+		+			+		+
	WB	13-1				+		+		+			+		+			+		+
	WB	15-12						+		+			+		+			+		+
	WB	19-9				+		+		+			+		+			+		+
Thaïlande	NS	1205		+	+			+		+			+		+			+		+
	NS	1303		+		+		+		+			+		+			+		+
	NS	2801		+	+			+		+			+		+			+		+

\* Les différents états sont décrits dans le tableau 2.

donnent naissance à de grandes gousses vertes, à ailes membraneuses parfois anthocyanées, de section rectangulaire. Le matériel végétal originaire de Papouasie-Nouvelle-Guinée affiche la plus grande variabilité; pour chaque caractère, presque tous les états sont représentés. Par exemple, on observe des souches à tiges vertes, violacées ou même pourpres, peu ou pas ramifiées, à l'exception de la lignée UPS 122; les feuilles sont vertes à vert foncé et de toutes tailles; les fleurs sont soit à pétales bleus et sépales verts, soit à pétales et sépales pourpres. Les sept souches du Nigéria présentent une forte ressemblance: fleurs à sépales verts et pétales bleus; feuilles vert foncé, de taille moyenne; tiges très ramifiées secondairement et de couleur variable. Il en est de même des trois lignées issues de Thaïlande, bien que CHOMCHALOW *et al.* (1978) rapportent pour ce pays une variabilité importante.

### La variation de la longueur des fruits et du nombre de graines

Les fruits récoltés à maturité et séchés ont été mesurés à raison de dix gousses par plante et de cinq individus par souche. Le nombre de graines par gousse a été étudié sur le même échantillonnage.

Pour chaque lignée en collection, les valeurs moyennes des deux caractères sont rapportées dans l'*annexe 2*. Les souches originaires du Ghana portent des fruits de grande taille (25 à 30 cm en moyenne) contenant de quinze à vingt graines. Les lignées issues de Papouasie-Nouvelle-Guinée possèdent des gousses plus courtes (10 à 17 cm en moyenne) contenant de neuf à treize graines. La souche TPt 6 du Nigéria est intermédiaire entre ces deux types, et les souches TPt 3 et WB 11-2 sont de grande taille.

Ces deux caractères quantitatifs — longueur des gousses et nombre de graines — sont fortement liés. Les coefficients de corrélation intra-souches sont compris entre 0,49 et 0,91, et la corrélation intersouches est de 0,82; toutes ces valeurs sont hautement significatives. La droite des moindres rectangles entre les deux caractères étudiés lignée par lignée se caractérise par une pente variant de 0,54 à 0,96 pour les origines Ghana et Nigéria, et de 0,75 à 1,36 pour les origines Papouasie-Nouvelle-Guinée. Ce coefficient traduit un nombre d'ovules par unité de longueur plus important dans les fruits provenant de Papouasie.

Tableau 3. Analyse de la variance pour la longueur des gousses

Sources de variation	d.d.l.	carré moyen	F	$s^2$ génétique
Lignées	53	1587,01	27,09***	30,57
Pieds/lignées	215	58,57	7,48***	5,05
Résiduelle	2431	7,82		7,82
Total	2699			

\*\*\*  $p > 0,001$

Pour la longueur des gousses, une analyse de la variance hiérarchisée met en évidence une différence significative entre les 54 souches ainsi qu'entre les individus à l'intérieur des souches (*tableau 3*). L'estimation des variances génétiques montre que la part due aux lignées est six fois plus importante que la variation intra-lignées.

### **La variation du cycle floraison-fruitification**

Dans l'essai implanté en mars 1978, les dates d'apparition des premières fleurs ont été relevées chaque semaine et sont mentionnées dans l'*annexe 2*. La floraison débute de la septième semaine après le semis pour les lignées les plus précoces à la douzième semaine (trois mois) pour les plus tardives. Les souches de Papouasie-Nouvelle-Guinée fleurissent précocement (septième, huitième et neuvième semaines); celles du Nigéria et de Thaïlande se rattachent souvent à ce groupe. Les souches issues du Ghana sont les plus tardives. Dans cet essai, la récolte des fruits à maturité a débuté en juillet 1978 pour atteindre un maximum en août et se prolonger en septembre pour les variétés tardives. Les souches précoces de Papouasie-Nouvelle-Guinée ont donné le maximum de production en juillet-août, quatre à cinq mois après le semis. Les autres lignées du Ghana, du Nigéria et de Thaïlande ont produit en août-septembre, cinq à six mois après le semis. Après une grosse production de fruits secs, les plants se dessèchent et meurent, surtout en saison sèche. Par contre, en saison des pluies ou sous irrigation, on constate la reprise de végétation de certaines souches et une nouvelle floraison traduisant une tendance à la perennité de certains génotypes.

Le cycle et le potentiel de production de fleurs et de gousses consommables en vert ont été évalués pour six variétés semées le 30 avril 1979. Dans l'un des traitements, les fleurs ont été récoltées et dénombrées chaque semaine. Les floraisons ont débuté en juillet 1979 à des dates et avec des intensités qui varient selon les génotypes: en premier, les lignées P2 et WB 4-5 originaires de Papouasie-Nouvelle-Guinée; en dernier, les souches ghanéennes tardives B7 et Kade 6-16. Les floraisons ont été continues pendant quatre mois, jusqu'à la fin de la saison des pluies début novembre 1979. Selon les génotypes, on a noté deux pics de floraison en août et octobre ou un seul pic plus ou moins étalé autour de septembre. Dans un deuxième traitement, les gousses vertes consommables ont été récoltées chaque semaine. Le diagramme des récoltes hebdomadaires de gousses suit celui des floraisons avec un décalage de une à deux semaines (*fig. 1*). Le rapport du nombre de gousses récoltées sur le nombre de gousses émises varie de 4 à 9%; ce rendement maximum est atteint par les souches P2 précoce et Kade 6-16 tardive. La lignée la plus prolifique en nombre de fleurs est issue du Nigéria (TPt 3).

L'accumulation de réserves dans des racines renflées appelées tubercules a aussi été observée. Elle est si rare que leur production n'a

Annexe 2. Caractéristiques du cycle floraison-récolte, des fruits, des graines et de la production des souches de *P. tetragonolobus*

64

Provenance	Souches	Fruits		Floraison			Récolte			Production (g/pied)		Poids 100 grains (g)
		Longueur (cm)	Nombre graines	Précoce	1/2 Précoce	Tardif	Juillet	Août	Septembre	1977	1978	
Ghana	A 5	28,5	18,6		+			+	+	100	52	45,8
	B 2	27,8	17,4		+			+		118	56	43,8
	B 7	—	—			+		+		100	39	37,4
	B 10	28,3	18,2		+			+	+	156	66	46,0
	B 11	28,3	18,4			+		+		121	77	42,3
	B 12	31,4	19,9		+			+		112	75	47,2
	B 13	26,2	17,2		+			+		124	146	45,3
	C 8	27,7	17,5		+			+	+	153	130	45,9
	C 12	29,7	19,2	+				+		102	82	48,8
	C 14	—	—			+		+		89	65	35,0
	D 7	25,9	16,7	+				+		110	51	43,0
	E 9	—	—			+		+		70	54	40,8
	E 10	27,3	17,5			+		+	+	82	59	44,7
	F 3	26,3	18,0			+		+		132	51	39,0
	F 14	28,2	18,2			+		+	+	84	33	42,8
	G 2	29,0	19,6				+	+		57	38	37,9
	G 4	25,6	16,5			+		+	+	102	16	45,2
	G 5	—	—			+		+	+	49	91	37,0
	G 8	31,3	20,2			+		+		109	47	42,2
	G 9	26,4	17,8			+		+	+	97	61	43,1
G 10	28,7	18,5				+	+		101	65	45,1	
G 11	26,4	17,6	+				+		64	71	48,2	
G 12	27,8	17,9				+	+		90	55	47,2	

	H 3	26,7	17,2			+		+	+	76	53	38,4
	H 4	30,2	19,3		+			+		121	57	41,4
	H 5	—	—		+			+		75	52	39,0
	H 8	27,3	18,2		+			+	+	63	43	44,0
	H 10	29,0	18,9			+		+		136	26	41,1
	I 7	25,9	16,6		+			+	+	105	48	45,7
	I 10	29,2	18,2		+			+		106	63	50,4
	I 13	—	—		+			+		89	46	44,5
	J 8	29,6	19,0	+				+		51	44	47,3
	J 11	28,1	17,8			+		+		87	83	45,2
	M 13	26,7	18,2		+			+		110	56	44,0
	N 13	25,8	17,0		+			+		111	83	46,2
	Kadé 6-16	—	—				+	+	+	—	138	—
Papouasie Nouvelle- Guinée	P 1	10,7	9,1	+			+	+	+	26	52	22,4
	P 2	10,8	9,5	+			+	+		52	82	21,3
	P 3	12,7	10,7	+				+		54	38	22,8
	P 4	11,9	10,8	+			+	+		54	23	21,3
	P 5	17,5	13,2	+				+		50	40	28,2
	P 7	17,7	13,5	+				+		49	64	25,2
	P 8	16,8	12,2	+			+	+		53	28	24,8
WB 4-5	—	—	+			+	+	+	132	53	37,8	
Nigéria	TPt 3	25,3	16,5	+				+	+	81	101	36,4
	TPt 6	20,8	13,5		+			+	+	36	76	37,9
	TPt 14	—	—			+		+	+	63	96	33,8
	WB 12-4	—	—	+				+		115	79	46,4
	WB 15-12	—	—	+				+		130	84	27,0
WB 19-9	—	—	+				+	+	89	166	40,4	

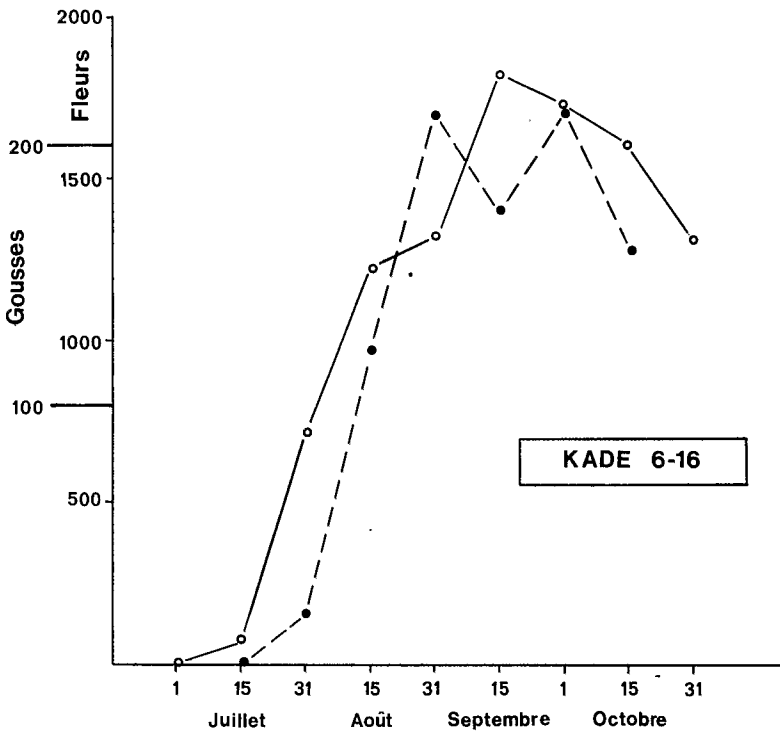
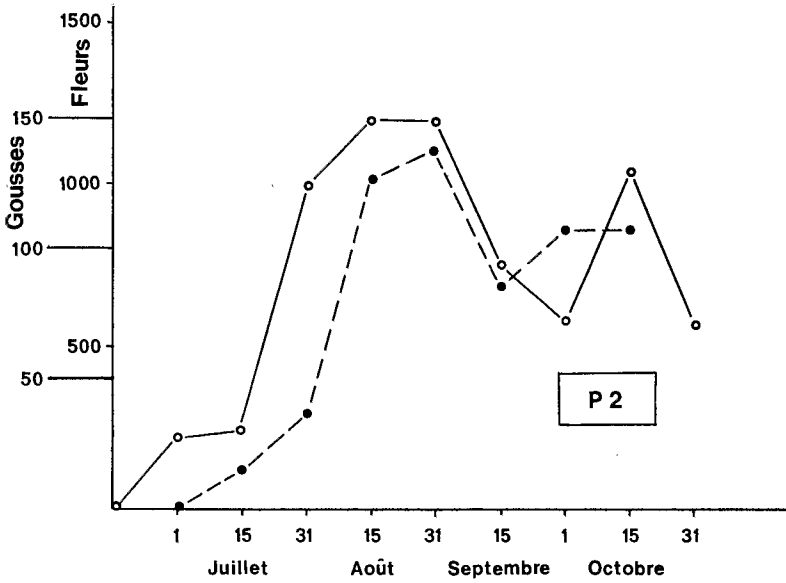


Fig. 1. Diagrammes de floraison et de production de gousses vertes (semis du 30/4/79)

pas été pesée. Dans les conditions de Côte d'Ivoire, à Adiopodoumé comme à Kpouébo (RAVELLI *et al.*, 1978), la récolte de tubercules est dérisoire par rapport aux productions obtenues en Extrême-Orient.

### Les potentialités grainières et le poids des graines

En 1977, la production moyenne par pied des différentes souches a été calculée (*annexe 2*): elle varie de 0 à 160 g de graines sèches. Les productions individuelles peuvent être extrêmement variables et atteindre 370 g pour les meilleurs pieds. Une analyse statistique sur quatorze souches représentées par dix-huit individus (trois blocs et six pieds par répétition) n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre lignées produisant de 70 à 120 g/pied. Cette situation résulte de la distribution des productions individuelles qui ne suivent pas la loi normale mais la loi de PEARSON de type I: les classes modales correspondent à des productions de 20 et 40 g/pied; une proportion non négligeable de plantes ne produisent pas. Le classement des moyennes nécessite l'emploi de méthodes non paramétriques. Le coefficient de variation du carré moyen résiduel atteint 62 %.

En 1978, la production moyenne des différentes souches a de nouveau été établie (*annexe 2*): elle varie de 16 à 166 g de graines sèches. Peu de lignées ont confirmé leurs bonnes performances de 1977; nous citerons les souches B13, C8 et Kade 6-16 en provenance du Ghana et WB 19-9 originaire du Nigéria. Dans l'essai de contre-saison 1978-79 qui a subi la saison sèche, les souches Kade 6-16 et WB 19-9 se retrouvent en tête de classement. D'autres variétés devraient subir des essais de confirmation avant d'être retenues (WB 13-1, TPt 3, B10).

La variation des graines a été estimée par le poids de 100 graines sèches chez 75 souches. Leurs valeurs moyennes sont données en *annexe 2*; elles oscillent entre 21 et 50 g. Deux groupes distincts peuvent être reconnus; d'une part les souches à petites graines issues de Papouasie-Nouvelle-Guinée (21 à 28 g/ 100 graines); d'autre part les souches à grosses graines provenant du Ghana (37 à 50 g/ 100 graines); les variétés du Nigéria et de Thaïlande possèdent des valeurs intermédiaires. En conséquence, les souches de Papouasie à gousses

Tableau 4. Analyse de la variance pour le poids de 100 graines

Sources de variation	d.d.l.	carré moyen	F	§ <sup>2</sup> génétique
Lignées	74	842,7	11,5 ***	51,3
Pieds/lignées	300	73,6	12,9 ***	22,6
Résiduelle	750	5,7		
Totale	1124			

\*\*\* p > 0,001



courtes, de faible taille, contenant de petites graines peuvent être aussi prolifiques que les meilleures lignées: c'est le cas de la souche P2. Une analyse de la variance hiérarchisée permet de mettre en évidence des différences significatives entre souches et entre pieds à l'intérieur des souches (*tableau 4*). L'estimation des variances génétiques indique que la part due aux lignées est deux fois plus importante que la variation intra-lignées.

## Discussion et conclusion

Les souches de *P. tetragonolobus* introduites en Côte d'Ivoire ont permis de constituer une collection de 97 lignées provenant du Ghana, du Nigéria, de Papouasie-Nouvelle-Guinée, du Costa Rica et de Thaïlande. Les graines de cette collection sont stockées et conservées en chambre climatisée au Centre ORSTOM d'Adiopodoumé. Tous les quatre ou cinq ans, la régénération des souches sera entreprise par voie généalogique.

L'importance de la variabilité de notre collection pour des caractères qualitatifs et quantitatifs variés peut être appréciée en la comparant à celle des principales collections mondiales de haricot ailé (KAHN, 1976; CHOMCHALOW *et al.*, 1978; HANYONO *et al.*, 1978). Globalement, les souches de Côte d'Ivoire couvrent une bonne part de la diversité connue. Toutefois, tous les états de certains caractères qualitatifs n'ont pas été retrouvés comme les souches à fleurs blanches et à graines de couleur crème par exemple. De même, l'étendue de variation des caractères quantitatifs est parfois moindre dans notre collection: longueur des gousses (10 à 30 cm contre 6 à 70 cm), nombre moyen de graines par fruit (9 à 20 graines contre 3 à 17), poids de 100 graines (21 à 50 g contre 6 à 54 g). Cette réduction de la diversité génétique s'explique par l'introduction en Côte d'Ivoire d'un nombre limité de souches plus ou moins sélectionnées dans les pays d'origine.

L'enrichissement de notre collection peut être réalisé par l'introduction de cultivars primitifs plus diversifiés existant dans les collections de base ou par collecte dans les zones de culture traditionnelle de haricot ailé. Il n'est pas possible de recourir aux formes sauvages de *P. tetragonolobus* qui n'est pas connu à l'état spontané. Par contre, dans le centre de diversité de cette espèce situé en Papouasie-Nouvelle-Guinée (HYMOWITZ et BOYD, 1977), les races locales présentent des adaptations écologiques variées (culture du niveau de la mer à 2000 m d'altitude) et une variabilité importante (KAHN, 1976).

L'acquisition de ces ressources génétiques est nécessaire à la conduite d'un programme autonome d'amélioration génétique du haricot ailé. Leur diversité pour des caractères d'intérêt économique ou d'adaptation et de tolérance aux parasites peut être exploitée soit directement, soit par hybridation.

La première voie de sélection nous a conduits à choisir, dans les conditions climatiques d'Adiopodoumé, quatre souches produisant

125 à 150 g de graines par pied, à un espacement de 1 m en tous sens. Ce sont les lignées B13, C8, Kade 6-16 et WB 19-9. Il faut y ajouter la souche P2, de taille réduite et exploitable à densité double. Dans un essai de comportement implanté à Kpouébo, à 200 km au nord d'Abidjan, quelques autres souches productives, tolérantes à la sécheresse et aux nématodes, ont été repérées par la Fondation Nestlé (lignées H10, 17 et M13).

Dans tous ces essais, l'effet de l'environnement intervient de façon prépondérante, en interaction avec les génotypes (ERSKINE, 1978). Dans les essais d'Adiopodoumé, nous avons enregistré des coefficients de variation atteignant 60%. Il convient donc de multiplier les essais d'adaptation régionale et d'augmenter leur précision.

La deuxième phase de sélection de cette espèce autogame par hybridation n'a pas été abordée en Côte d'Ivoire. On se référera donc aux études de génétique quantitative publiées concernant l'amélioration du potentiel de production de graines (ERSKINE, 1978 et 1981), de gousses (KESAVAN et ERSKINE, 1978; SATYAWARAYANA *et al.*, 1978), et de tubercules (BALA et STEPHENSON, 1978). Le caractère «production de graines» paraît peu héritable; son amélioration passe par la sélection des facteurs du rendement non corrélés négativement, possédant une meilleure héritabilité, et le choix de géniteurs manifestant de bonnes aptitudes générales à la combinaison. La production de gousses vertes peut être améliorée avec des souches précoces soit par augmentation du nombre de gousses par plante, soit par accroissement de la longueur et du poids individuel des gousses. Enfin, la production de tubercules est corrélée négativement avec celle des graines. Les conditions de milieu jouent un rôle sur le nombre et la taille des tubercules formés (RÜEGG, 1981). En Papouasie, c'est dans les zones d'altitude que la récolte de tubercules est la plus importante. L'action combinée des facteurs génétiques et environnementaux pourraient expliquer la faible tubérisation observée en Côte d'Ivoire.

En conséquence, il paraît difficile de sélectionner des variétés capables de fournir à la fois des gousses, des graines et des tubercules, et de s'adapter à des écologies variées. Il est préférable de diversifier la gamme des lignées améliorées mises à la disposition des producteurs en fonction du type de production prioritaire, du mode de production envisagé (jardin familial ou production commerciale), des conditions de milieu et des principales maladies de la région considérée.

Enfin, il est clair que les ressources génétiques du genre *Psophocarpus* ne se limitent pas à la seule espèce cultivée *P. tetragonolobus*. Actuellement, notre connaissance de l'organisation évolutive de ce genre est très limitée. SMARTT (1980) propose d'appliquer le concept de la transdomestication à *P. tetragonolobus*: les données phytogéographiques suggèrent que la forme cultivée possède un ancêtre, probablement *P. grandiflorus*, originaire des zones d'altitude d'Afrique orientale. Les nombres chromosomiques de *P. tetragonolobus* et de *P. palustris* ne sont pas absolument établis ( $2n = 18$  chromosomes pour

KAHN, 1976; NEWELL et HYMOWITZ, 1979); ceux des autres espèces sauvages ne sont pas connus. De même leurs rapports en hybridation, avec la forme cultivée de base de *P. tetragonolobus* devraient inclure aussi les espèces sauvages d'Afrique.

## Références

- BALA A.A., STEPHENSON R.A.: The genetics and physiology of tuber production in winged beans. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- CHANDEL K.P.S. *et al.*: Winged Bean in India. Its present status and prospects. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- CHOMCHALOW N. *et al.*: Genetic diversity of winged bean in Thailand: a preliminary report. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- ERSKINE W.: The genetics of winged bean. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- ERSKINE W.: Inheritance of some economic characters in winged bean. Second International Seminar on Winged Bean, January 1981, Colombo, Sri Lanka.
- ERSKINE W., KHAN T.N.: Inheritance of pigmentation and pod shape in winged bean. *Euphytica* 26, 829-831 (1977).
- FAUQUET C. *et al.*: Viral diseases of winged bean in Ivory Coast. *FAO Plant protection bulletin* 27, 81-87 (1979).
- FORTUNER R. *et al.*: Diseases of the winged bean in Ivory Coast. *Plant Dis. Repr.* 63 (3), 194-199 (1979).
- HANYONO K. *et al.*: Collection, evaluation and selection of winged bean in Central Java. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- HYMOWITZ T., BOYD J.: Origin, ethnobotany and agricultural potential of the winged bean *Psophocarpus tetragonolobus*. *Economic botany* 31 (2), 180-188 (1977).
- KESAVAN J., ERSKINE W.: The potential for green pod production in winged bean. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- KHAN T.N.: Papua New Guinea: a centre of genetic diversity in winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) Dc.). *Euphytica* 25, 693-706 (1976).
- National Academy of Science: The Winged Bean: A High Protein Crop for the Tropics. NAS, Washington, USA, 1975.
- NEWELL C.A., HYMOWITZ T.: The winged bean as an agricultural crop, pp. 21-40. In: *New Agricultural Crops*, G.A. RITCHIE, Ed., Westview Press, Boulder, Colorado, USA, 1979.
- RAVELLI G.P. *et al.*: The winged bean as a new source of protein for rural populations in the Ivory Coast. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- RÜEGG J.: Effects of photoperiod, temperature and water on flowering, seed yield and tuber formation of selected types of winged bean grown in semi- and fully controlled environment. Second International Seminar on Winged Bean, January 1981, Colombo, Sri Lanka.
- SATAYANARAYANA A. *et al.*: Correlation and path coefficient analysis of components of green pod yield in winged bean. International Winged Bean Seminar, January 1978, Asia Foundation, Los Baños, Philippines, 1978.
- SMARTT J.: Some observations on the origin and evolution of the winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Euphytica* 29, 121-123 (1980).
- VERDCOURT B., HALLIDAY P.: A revision of *Psophocarpus* (*Legumminosae - Paliionioideae - Phaseoleae*). *Kew Bull.* 33, 191-227 (1978).