

Caractérisation et méthodes de criblage des variétés de sorgho *S. guineense* photopériodiques du Mali

TRAORE K^{1.}, TOURE A.^{2.}, NIANGADO O.^{3.}, SCHEURING J.F.^{4.}

Résumé

Deux études menées à Sotuba au Mali ont permis de comprendre l'héritabilité du photopériodisme et de caractériser la nature photopériodique des variétés de sorgho étudiées. La première a consisté à utiliser des caches conçues sous forme de moustiquaires noires à crétonne doublée et la deuxième une source lumineuse de 100 lux. Elles ont permis d'établir des méthodes de criblage des variétés photopériodiques. Les études ont porté sur 4 écotypes de la collection malienne de sorgho. Il s'agit de : CSM 58, CSM 148, CSM 417, CSM 449 et une lignée mâle stérile américaine ATx623. Les dissections méristématiques ont permis de situer le seuil d'induction des variétés. Les variétés photopériodiques absolues fleurissent à une distance éloignée de la source de lumière d'une intensité de 100 lux. Les neutres fleurissent à 0 mètre. Les hybrides entre les variétés photopériodiques et les neutres sont photopériodiques. Leur seuil d'induction diminue. Les hybrides entre les variétés locales photopériodiques et la variété ATx623 sont plus précoces que leurs parents photopériodiques. Les variétés qui fleurissent jusqu'à 0 mètre de la source sont des variétés neutres. Celles qui sont sensibles à la longueur du jour observent une certaine distance avant de fleurir. Ces études permettent de cribler les variétés pour la réponse à la photopériode. La technique des caches permet de cribler un lot restreint de variétés et la source lumineuse un grand lot de variétés.

Mots clés: Sorgho, *S. guineense*, photopériodisme, caractérisation, criblage

Abstract

Two studies conducted at Sotuba in Mali allowed to understand the inheritance of photoperiodism and to characterize the photoperiodical nature of the sorghum varieties. The first study consisted in using covers designed as black mosquito nets with doubled cretonne and the second as a light source of 100 lux. They allowed to establish sifting methods of photoperiodical varieties. Studies were made on 4 ecotypes of Mali collection's sorghum. They are : CSM 148 , CSM 417, CSM 449 and an american male sterile lineage ATx623. Dissections allowed to locate the varieties' threshold of induction. Absolute photoperiodical varieties flower at a remote distance to the light source of 100 lux of intensity.. Neutral ones flower at 0 meter. Hybrids photoperiodical varieties and neutral ones are photoperiodical. Their threshold of induction decreases. Hybrids between photoperiodical local varieties and ATx623 are more precocious than their photoperiodical parents. Varieties which flower up to 0 meter of the source are neutral variety. Those which are sensitive to day length observe some distance before flowering. These studies allowed to sieve varieties for a response to photoperiod. The cover's technic help to sieve a restricted set of varieties and the light

1 TRAORE K. est à l'Institut d'Economie Rurale, IER; B. P. 258 Bamako (MALI)

2 TOURE A. est à l'Institut d'Economie Rurale, IER; B. P. 258 Bamako (MALI)

3 NIANGADO O. est à l'Institut d'Economie Rurale, IER; B. P. 258 Bamako (MALI)

4 SCHEURING J.F. est à Agricultural Division, Ciba Geigy CH-40002 Basle, Switzerland

source a big set of varieties.

Key words : sorghum, photoperiodism, characterization, sieving.

INTRODUCTION

Le photopériodisme (Gk. phos = lumière; periodos = circuit) est la réponse de la plante à se développer en relation avec la longueur du jour et de la nuit (PREM JAUHAR, 1981). A partir de leur réaction à la photopériode, différentes plantes peuvent être classifiées en plantes de jours longs et en plantes de jours courts. Les premières fleurissent seulement après avoir reçu une période d'illumination plus longue que la période critique, approximativement 11-14 heures et les secondes ont besoin d'une période d'illumination plus courte que la période critique, approximativement 8-14 heures.

L'une des actions les plus importantes de la lumière sur la plante est la mise à fleur (Ministère de la Coopération et du Développement, 1991). Celle-ci est étroitement dépendante du photopériodisme, phénomène d'alternance des périodes lumineuses et obscures.

Les diverses plantes et variétés réagissent différemment. Certaines dites « à jours longs » exigent un certain allongement de la durée du jour pour fleurir; d'autres dites « à jours courts »

exigent une certaine durée de la période obscure pour fleurir; certaines plantes sont indifférentes.

Les programmes d'amélioration des plantes visent actuellement la sélection de variétés précoces insensibles à la longueur du jour (NIANGADO, 1981) pour parvenir à une large adaptabilité. C'est ainsi que la variété IR 8 de l'Institut International de recherche sur le Riz (IRRI) a pu être cultivée sous de nombreuses latitudes (de la 11^{ème} à la 27^{ème} latitude Nord). De même, la réussite des blés du Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé (CYMMIT) peut à leur précocité. Ces variétés améliorées pouvaient permettre dans certaines conditions une double récolte par an et surtout fleurir dans des conditions de longueurs de jour très variées. DANCETTE (1976, 1979), au cours de ses études agroclimatologiques au Sénégal, a montré que la sélection de variétés précoces de mil de 75 jours pourrait accroître la stabilité de la production dans la zone semi-aride de 300 à 800 mm de pluie par an.

Mais ces avantages des variétés précoces insensibles ne doivent pas nous cacher l'intérêt du mécanisme de sensibilité photopériodique (NIANGADO, 1981). En effet, l'agriculture africaine traditionnelle dépendant exclusivement de la pluviométrie, la sensibilité à la

longueur du jour constitue un moyen efficace pour minimiser les effets néfastes des aléas climatiques (COCHEME et FRANQUIN, 1967. CURTIS, 1968 ; VAKSMANN et TRAORE, 1994 ; VAKSMANN *et al.*, 1996 ; OUATTARA *et al.*, 1997).

Le criblage des variétés pour déterminer leur nature photopériodique est essentiel, surtout pour la prévision des dates de semis. OGUNLELA et OYEJOLA (1991) dans leur étude de dates de semis au Nigéria ont conclu que le rendement en grain de la variété de sorgho (L 187) a baissé de 82 -87% quand le semis a été de 40 à 45 jours. Une étude conduite au Mali par VAKSMANN *et al.* (1996) a permis de proposer un modèle simple de prévision de la phénologie des sorghos locaux et montre que le cycle d'une variété photopériodique de sorgho peut varier de 90 à 190 jours suivant les dates de semis.

Il a été remarqué au Mali que les variétés locales de sorgho *S. guineense* contrairement aux nouvelles introductions s'adaptent mieux dans divers milieux de culture. Ce sont des sorghos de grande taille généralement photosensibles. Les glumes sont semi-ouvertes à maturité et les grains sont peu vitreux. Cette remarquable adaptation est due au fait que ces variétés sont sensibles à la longueur du jour. Elle est la résultante d'une double

adaptation:

- adaptation aux contraintes climatiques,
- adaptation au cycle de la saison.

En un lieu donné, les différences de rendement observées sont liées à la date de floraison. MILLER *et al.*, (1982) ont montré que les sorghos tropicaux ont une photopériode critique plus basse que les sorghos américains. Il est possible, cependant, d'amener toutes les variétés photopériodiques à fleurir à Puerto Rico en les semant entre mi-septembre et mi-novembre. La longueur du jour était au dessous du niveau critique des variétés.

Les deux études menées à Sotuba au Mali en utilisant des caches conçues sous forme de moustiquaires noires à crétonne doublée d'une part et une source lumineuse de 100 lux d'autre part, avaient pour but:

- de comprendre l'héritabilité du photopériodisme et de caractériser la nature photopériodique des variétés étudiées;
- d'établir une méthode de criblage des variétés photopériodiques.

MATERIELS ET METHODES

L'étude a porté sur 4 écotypes de la collection malienne de sorgho CSM 58, CSM 148, CSM 417, CSM 449, une

lignée mâle stérile américaine ATx623 et les différents hybrides issus du croisement demi-diallèle. L'essai a été semé sur sol argilo-limoneux. Le site est à une latitude de 12° 39', une longitude de 7°56'. Chaque entrée a été semée en 3 poquets sur billon. La distance entre les poquets était de 20 cm, et de 50 cm entre 2 billons. Les parents et leurs hybrides ont été randomisés avant le semis. Deux méthodes de traitements ont été appliquées sur les plantes.

La première a consisté à couvrir les plants à l'aide de caches conçues sous forme de moustiquaire. Le tissu était épais, doublé et de couleur noire. Les piquets en bambou servaient de supports aux caches. Les caches étaient mises en place à 18h45 mn. Les enlèvements des voiles s'effectuaient à 6 h 09 mn, 6 h 21 mn., 6 h 33 mn. et 6 h 45 mn. Le traitement a duré 3 semaines après le semis. Les différentes heures d'opération sont consignées au tableau 1.

Tableau 1. Nombre d'heures d'obscurité imposées aux variétés.

Heures d'enlèvement des caches	6 h 09 mn	6 h 21 mn	6 h 33 mn	6 h 45 mn
Nombre d'heures de traitement	11 h 24 mn	11 h 36 mn	11 h 48 mn	12 h 00 mn

Chaque entrée (variété ou hybride) avait un témoin qui ne subissait pas de traitement c'est à dire n'était pas couvert de cache. Une dissection anatomique au niveau des méristèmes a été faite 24 jours après le semis sur des plants choisis au hasard dans chaque traitement. Le niveau d'évolution des boutons floraux a été noté.

La deuxième méthode a consisté à semer les variétés CSM 58, CSM 148, CSM 417, CSM 449 et leurs hybrides avec ATx623 sous une source lumineuse d'une intensité

de 100 lux. L'allumage a été effectué de 18 h à 21 h pendant 51 jours. La distance entre la source de la lumière et le premier plant fleuri a été mesurée.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Il ressort des différentes analyses que le photopériodisme chez les guineenses est un phénomène très complexe. Les 4 parents utilisés ont été classés en 2 groupes:

- Les photopériodiques strictes que

BILQUEZ en 1963 a qualifié de variétés nyctipériodiques absolues : ce sont CSM 148 et CSM 449. Les dissections anatomiques effectuées au niveau de la zone méristématique après 21 jours de traitement montrent que le seuil d'induction est voisin de 11 h 36 mn.

- Les variétés photopériodiques ou nyctipériodiques préférées : ce sont CSM 58 et CSM 417. Les analyses ont montré que leur seuil d'induction se situe à 11 h 24 min.

Les figures 1, 2, 3 et 4 illustrent la date de floraison des écotypes locaux et leurs hybrides avec ATx623. Les hybrides se rapprochent du parent le plus précoce. Cela confirme les résultats obtenus par BILQUEZ et LECOMPTE (1969). En étudiant les populations locales de petit mil (Souna) , ils ont démontré que le degré de précocité d'une variété donnée peut être très variable. Les croisements réalisés montrent une très nette dominance de la précocité sur la tardiveté. Le mécanisme serait sous le contrôle d'un système génique à 2 allèles. Ce système serait différent de celui impliqué dans la sensibilité photopériodique.

Les variétés les plus tardives sont CSM 148 (145 jours) et CSM 449 (135 jours) du semis à la date de floraison (tableau 2).

Le croisement d'une variété photopériodique avec une variété neutre donne un produit photopériodique avec une réduction de son seuil d'induction (tableau 3).

La deuxième méthode a montré qu'il y a une discrimination variétale vis à vis de la lumière. Les variétés les plus sensibles à la qualité de la lumière ont fleuri à une distance plus éloignée de la source par rapport à celles qui sont moins sensibles. Le tableau 4 indique les distances mesurées en mètres entre la source lumineuse et le premier plant fleuri. ATx623, variété américaine neutre a fleuri à 0 mètre alors que CSM 148 a fleuri à 10,77 m. Leur hybride CSM 148xATx623 a fleuri à 7,20m. Il semble que le photopériodisme est non seulement lié à la quantité de la lumière mais aussi à sa qualité.

Figure 1 : Nombre de jours semis - 50% floraison des variétés en fonction des traitements

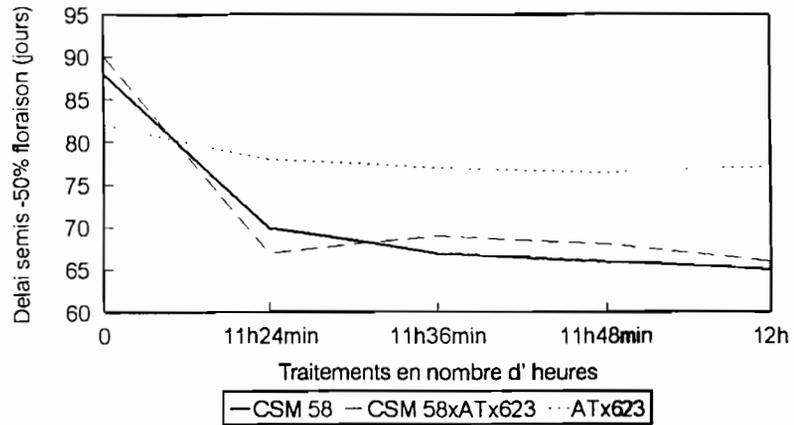


Figure 2 : Nombre de jours semis - 50% floraison des variétés en fonction des traitements

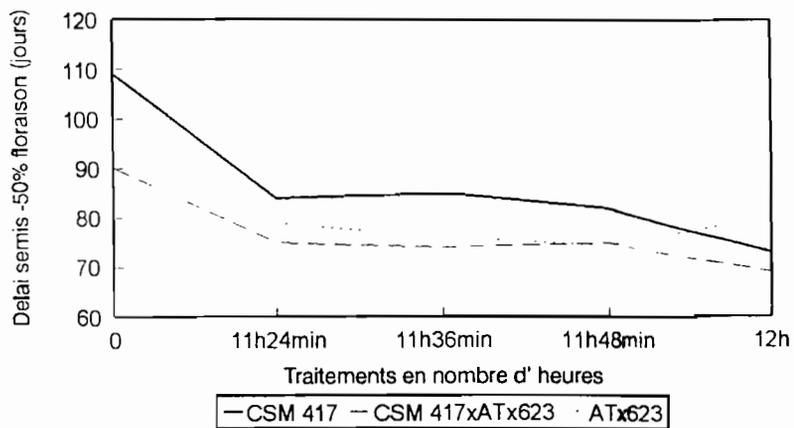


Figure 3 : Nombre de jours semis - 50% floraison des variétés en fonction des traitements

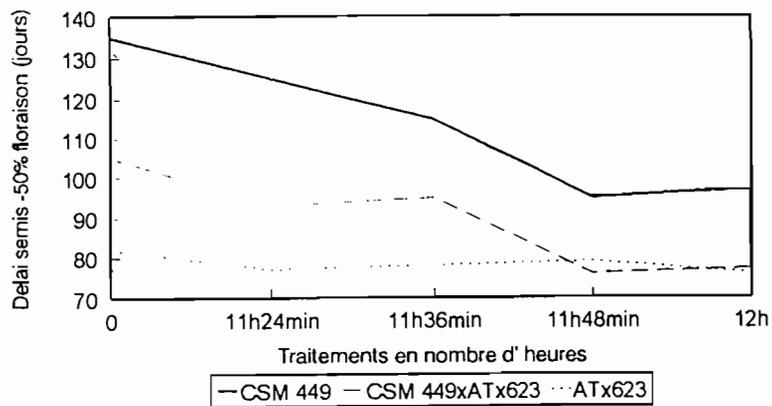


Figure 4 : Nombre de jours semis - 50% floraison des variétés en fonction des traitements

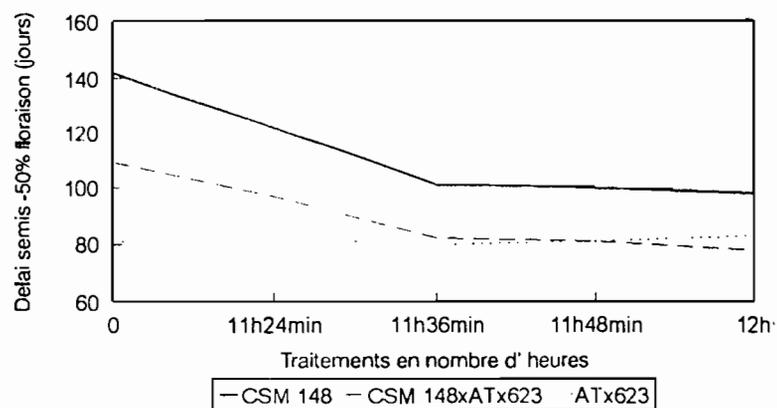


Tableau 2 : Cycle semis 50% floraison des variétés dans les conditions normales

Variétés	Cycle (jours)
CSM 58	86
Atx623 x CSM 58	89
CSM 417	107
Atx623 x CSM 417	91
CSM449	135
Atx623 x CSM449	106
CSM148	145
Atx623 x CSM148	108
AT x 623	83

Tableau 3. Stades d'évolution des boutons floraux à la fin des traitements sous voiles

						AT x 623				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
CSM 58	+	M	M	M	++	++	M	M	M	+
						+				
CSM 417	+	++	M	M	+	++	M	M	M	+
						+				
CSM 148	-	+	+	++	-	+	++	M	M	-
CSM 449	-	+	+	+	-	+	+	++	M	+
								+		

M : Stade montaison
 - : Non induit
 + : Bouton floral (petit)
 ++ : Bouton floral (moyen)
 +++ : Bouton floral (gros)

T1 : 11 h 24 mn
 T2 : 11 h 36 mn
 T3 : 11 h 48 mn
 T4 : 12 h
 T5 : Témoin non traité

Tableau 4. Distance en mètres entre le premier plant fleuri et la source lumineuse.

Variétés	Distances (m)
ATx623	0
CSM 449	8,70
ATx623xCSM 449	5,35
CSM 58	7,14
ATx623xCSM 58	8,47
CSM 148	10,77
ATx623 X CSM 148	7,20
CSM 417	6,50
ATx623 x CSM 417	5,30

CONCLUSION

Les deux études conduites à Sotuba ont montré que les variétés photopériodiques peuvent être criblées à l'aide de la technique des caches pour un petit lot de matériels et à l'aide des lampes de grande puissance pour un lot assez important. Les dissections méristématiques permettent de situer le seuil d'induction des variétés. Les variétés photopériodiques absolues fleurissent à une distance éloignée de la source lumineuse par rapport aux variétés photopériodiques préférentes. Celles qui sont neutres fleurissent à 0 mètre de la source. Les hybrides entre les variétés photopériodiques et les neutres sont photopériodiques. Leur seuil d'induction diminue. Les hybrides sont plus précoces que les parents photopériodiques. Les variétés qui

fleurissent jusqu'à 0 m de la source lumineuse sont neutres. Celles qui sont photopériodiques observent une certaine distance avant que le premier plant ne fleurisse. Les techniques utilisées permettent de cribler les variétés de sorgho pour leur aptitude au photopériodisme. Cela permet aux sélectionneurs de disposer d'un lots de matériel végétal pour les travaux de création variétale. La technique des caches permet de cribler un lot restreint de variétés et la source lumineuse un lot important de variétés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BILQUEZ A. F., 1963. Etude du mode d'héritabilité de la précocité chez le mil pénicellaire. I.

- Déterminisme des différences des sensibilités à la longueur du jour entre les mils du groupe Sanio et ceux du groupe Souna. *Agrono. Trop.*, 12 : 1249-1253.
- BILQUEZ A. F. et Le COMPTE J., 1969. Relations entre mils sauvages et mils cultivés : Etude de l'hybride *Pennisetum typhoides* Stapf et *Hubb x Pennisetum violaceum* (Rich). *Agronomie tropicale*. Vol. xxiv, no 3 : 249-257.
- COCHEME, J., FRANQUIN P., 1967. A study of the agroclimatology of the semi-arid area of the Sahara in West Africa. RAO/UNESCO. 325p.
- CURTIS D. L., 1968. The relation between the date of heading of Nigeria sorghum and the duration of growing season. *J. Appl. Ecol.* 5, 215-226.
- DANCETTE C. 1979. Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau en zone soudano-Sahélienne. *Agronomie tropicale* N°4, série riz et riziculture : 331-355.
- FRED R. MILLER, BARNES D.K. AND CRUZADO H.J. 1982. Effect of tropical photoperiodism on the growth of Sorghum when grown in 12 monthly plantings. *Crop Science*. Vol. 8 : 499-502.
- MINISTORE DE LA COOPIRATION ET DU DEVELOPPEMENT, FRANCE ,1991. Mémento de l'Agronome, quatrième édition.
- NIANGADO Omar, 1981. Utilisation des rétrocroisements chez le mil *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. Thèse d'Université, Amélioration des plantes, Paris-Sud Centre d'Orsay. 90p
- OGUNLELA, V. B.; OYEJEOLA, B. A. 1991. Comparative response of photoperiod sensitive and insensitive sorghum (sorghum bicolor L. Moench) varieties to delayed sowing in a semi-arid tropical environment.
- OUATTARA M., VAKSMANN, M.; REYNIERQ, F. N., NIANGADO O. Et KOURESSY M., 1997. Diversité phénologique des sorghos du Mali et adaptation à la diversité des agro-écosystèmes : mise en valeur d'un savoir. *In* : Actes du colloque « Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes ; Bamako (Mali). IER/BRG / Solagral éd. Pp. 73-84.
- PREM P. Jauhar., 1981. Cytogenetics and Breeding of Pearl millet and related Species. New York, Alan R. Liss, Inc. 289 p.

VAKSMANN, M.; TRAORE, S. B. 1994. Adéquation entre risque climatique et choix variétal du mil. *In* : Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicae. F. N. Reyniers et L. Netoyo, éd ; scientifique ; Ed . John Libbey Eurotext, Paris. P. 113-123.

VAKSMANN, M.; TRAORE, S. B; NIANGADO, O. 1996. Le photopériodisme des sorghos africains. *Agriculture et Développement (France)*. N° 9. 13-18.