

LES SORGHOS FOURRAGERS

DEUXIÈME PARTIE

ETUDE PHYSIOLOGIQUE DE LA PLANTE DE SORGHO FOURRAGER, BASE POUR LA CULTURE

Exigences relatives au sol et aux éléments nutritifs.

Le Sorgho s'adapte à tous les terrains, des plus légers aux plus lourds, ainsi qu'à un pH du sol pouvant aller de 4,5 jusqu'à 8,5.

Sorghos et Sudan-grass sont considérés comme présentant une certaine tolérance à la salinité du sol. Selon LE HOUEROU (1965), cette tolérance pourrait s'étendre jusqu'à 7 pour mille, extrait sec, de sol.

Le Sorgho possède une grande capacité d'utilisation des éléments minéraux, même si ceux-ci se rencontrent sous les formes les moins accessibles.

Il y a lieu d'apporter à la plante la contre-partie des principes nutritifs assimilés.

QUINBY et al. (1958) indiquent les chiffres suivants pour les exportations d'une culture de Sorgho grain ayant fourni à l'hectare :

25,4 qx de grain, 8 qx de feuilles, 22,5 qx de tiges et 13 qx de racines.
Pour un quintal de grain, les exportations seraient de l'ordre de 2,4 kg d'azote, 1 kg d'acide phosphorique, 0,8 kg de potasse.

TABLEAU XII

EXPORTATIONS DES SORGHOS ET MAIS IRRIGUES

(Racines non comprises)

A LAVALETTE-MONTPPELLIER, EN 1964

SORGHO (NK 120)

(d'un rendement moyen de 58,5 qx/ha)

MAIS (IOWA 4417)

(d'un rendement moyen de 78,0 qx/ha)

	Poids sec qx/ha	N		P ₂ O ₅		K ₂ O			Poids sec qx/ha	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		%	export. kg/ha	%	export. kg/ha	%	export. kg/ha			%	export. kg/ha	%	export. kg/ha	%	export. kg/ha
Feuilles	13,06	2,015	26,316	0,505	6,595	1,730	22,594	Feuilles	11,34	1,387	15,728	0,427	4,842	0,777	8,811
Gaines	11,22	0,717	8,044	0,297	3,332	1,422	15,955	Spathes	7,87	0,697	5,485	0,215	1,692	1,007	7,925
Tiges	24,42	0,860	21,001	0,280	6,837	4,312	105,299	Gaines	7,90	0,760	6,004	0,230	1,817	0,872	6,889
Rafles	14,55	0,977	14,215	0,420	6,111	0,645	9,385	Tiges	28,72	0,765	21,971	0,243	6,979	2,845	81,708
Grains	51,50	1,630	83,945	1,037	53,405	0,592	30,488	Rafles	11,92	0,550	6,589	0,142	1,702	0,760	9,105
Total/ha ...	114,75		153,521		76,28		183,72	Grains	68,62	1,562	107,184	0,892	61,209	0,570	39,113
								Total/ha ...	136,43		162,961		78,241		153,551
Exportation par 100 kg de grains à 12 % d'eau			2,63		1,31		3,13	Exportation par 100 kg de grains à 12 % d'eau			2,09 (1,97)*		1,00 (0,92)		1,97 (2,25)

(*) Les chiffres entre parenthèses correspondent aux exportations par 100 kg, observées à Lavalette, en 1960, pour la variété de Maïs Iowa 4417 (densité de peuplement: 6 plantes au m²). En 1964, la densité de peuplement pour le Maïs Iowa 4417 était d'environ 20 plantes au m².

— Analyses effectuées par le Laboratoire de Chimie du C.R.A. du Midi (E.N.S.A., Montpellier).

A Montpellier-Lavalette, en 1964, les résultats enregistrés pour la variété de Sorgho grain NK 120, à l'irrigation, pour un rendement moyen en grain de 58,5 qx/ha et les pourcentages suivants par rapport au total de la récolte : grain = 45 %, tiges 21,2, feuilles et gaines 21,2, rafles 12,6, ont été les suivants, pour 100 kg de grain à 12 % d'eau :

azote 2,63 kg — acide phosphorique 1,31 kg — potasse 3,13 kg

Pour les types fourragers de Sorgho, on peut, d'une façon très générale, considérer que pour chaque quintal de matière sèche produit, les exportations sont d'environ :

azote 1 kg — acide phosphorique 0,1 à 0,2 kg — potasse 0,8 kg

Ce qui correspondrait, pour une récolte d'une moyenne de 10 tonnes de matière sèche à l'hectare, à environ : 90 à 110 kg d'azote, 10 à 30 kg d'acide phosphorique et 140 à 185 kg de potasse. Voici par ailleurs les chiffres présentés par J.M. WHITE (1950) et par G.H. AHLGREN (1949) (cités par Renzo LANDI, 1964) (tableau XIII).

TABLEAU XIII

EXPORTATIONS DES PRINCIPAUX ELEMENTS NUTRITIFS,
EN KILOS, POUR UNE RECOLTE D'ENVIRON
50 TONNES/HECTARE DE FOURRAGE
OU 10 TONNES/HECTARE DE MATIERE SECHE

Auteurs		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
WHITE . . .	Sorgho fourrager	92,8	29,4	142,7
AHLGREN .	Sorgho sucré	105,7	11,9	110,6
	Sudan-grass	107,5	20,1	182,6

Un fait assez curieux a été signalé à propos du Sorgho, à savoir que celui-ci serait capable d'assimiler sélectivement le molybdène : la plante entière présente une teneur en molybdène quatre fois supérieure à celle que l'on constate chez les autres fourrages.

Par ailleurs, il semble exister un parallélisme étroit entre la teneur en silice du Sorgho et sa résistance aux maladies et aux insectes. Cet avantage particulier n'en est par contre plus un sur le plan nutritionnel, la silice étant en la matière un élément contrariant et par suite indésirable.

Fumure minérale.

Pour les Sorghos fourragers on conseille, aux Etats-Unis, une fumure complète, dans le rapport : 1 : 2 : 1, à raison de 25 : 50 : 25 unités/hectare apportée lors de la préparation du sol.

Lorsque les plantes atteignent environ 30 cm de hauteur on fait un épandage de 20 à 30 unités d'azote, avec un engrais dosant 20 % de cet élément.

En Italie, à Bari (LANDI R., 1964), les meilleurs résultats consécutifs à six années d'expérimentation ont été obtenus avec un apport azote/acide phosphorique de 1 : 1 ou même de 1,5 : 1. Donc avec des quantités d'azote bien supérieures à celles utilisées aux Etats-Unis.

Si la culture du Sorgho fait suite à celle d'une légumineuse, la quantité d'azote à apporter peut être légèrement diminuée. La culture en association avec une légumineuse peut parfois, dans certains cas, favoriser la croissance de la graminée, voire même augmenter la teneur intrinsèque en azote de cette dernière.

Si la végétation a de la peine à prendre son départ, on doit augmenter et hâter l'apport d'azote, surtout s'il s'agit d'un semis effectué tardivement et si la culture est arrosée. Un apport d'azote en période sèche peut devenir plus nuisible qu'utile.

Suivant les dernières expériences de SUMNER, MARTIN et ETCHEGARAY (1965), conduites en Californie, la dose optima d'azote à appliquer au Sudan Piper serait d'environ 220 kg/ha pour l'utilisation en pâture, ou en « greenchop », de manière à obtenir l'efficacité maximum d'emploi procurant les rendements les plus élevés en matière sèche et en protéines (fig. 3 et 4).

Les essais de SUMNER, MARTIN et ETCHEGARAY (1965) ont mis en outre en évidence que la teneur critique en nitrates des fourrages — du point de vue de la bonne alimentation de la plante — se situe au voisinage de 0,6 % de NO_3 . Cependant, l'optimum de rendement en matière sèche résultant de l'application fractionnée de 220 kg/ha d'azote s'est trouvé associé à une moyenne saisonnière de teneur en nitrates bien supérieure, de l'ordre de 1,3 % de NO_3 .

Ces auteurs pensent que les applications d'azote au-delà de cette quantité de 220 kg/ha sont susceptibles d'être gaspillées et d'avoir même comme

Fig. 3

INFLUENCE DE L'APPLICATION DE LA FERTILISATION AZOTEE
SUR LE % DE NITRATE DANS LE FOURRAGE DU SUDAN-GRASS
(DAVIS, CALIFORNIE, 1963)

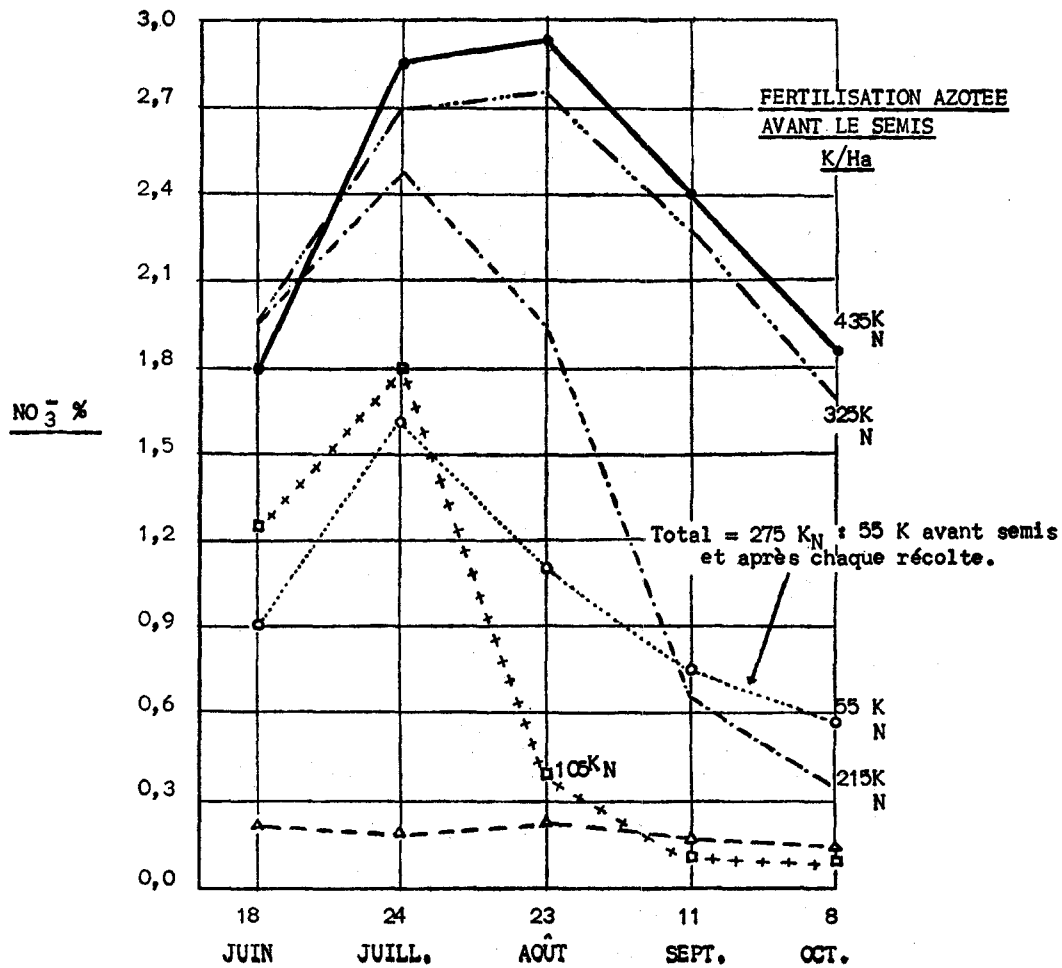
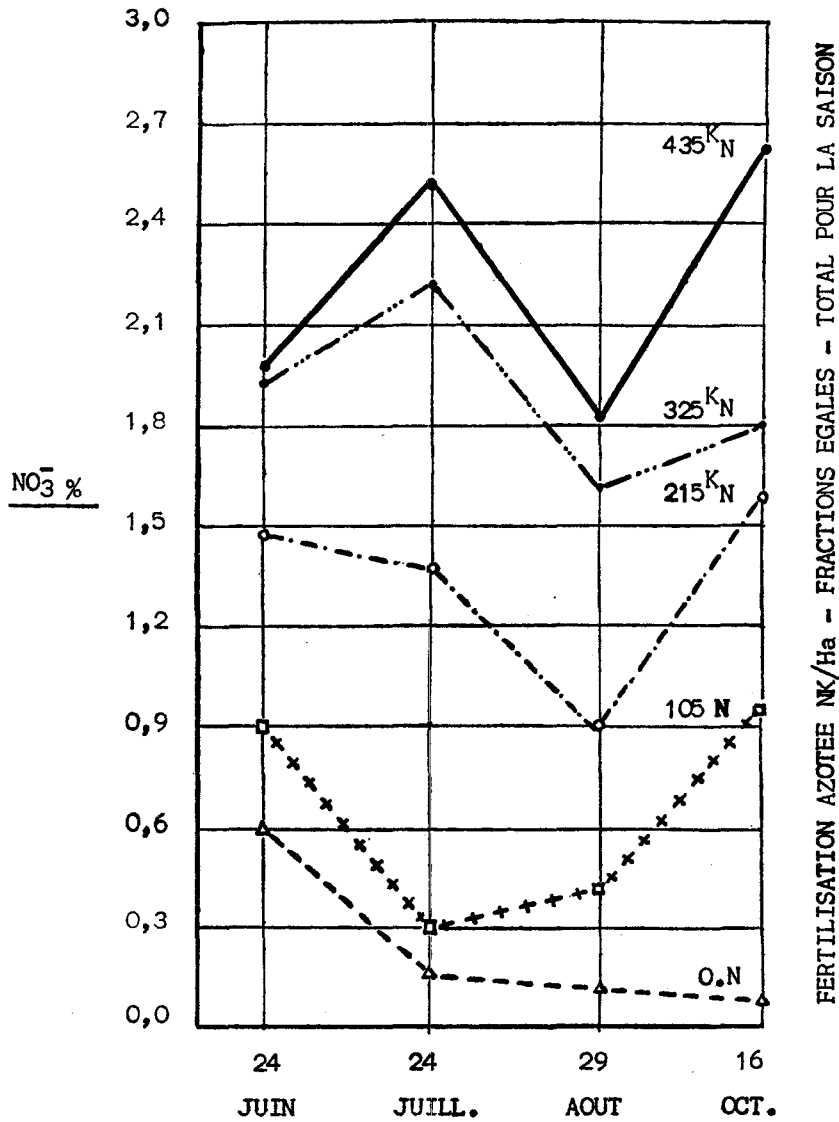


Fig. 4

INFLUENCE DE L'APPLICATION DE LA FERTILISATION AZOTEE
SUR LE % DE NITRATE DANS LE FOURRAGE DU SUDAN-GRASS
(KINGS COUNTRY-CALIFORNIE, 1963)



Valeur comme précédent cultural.

Les Sorghos ont une mauvaise réputation en tant que précédent cultural, par rapport aux cultures sarclées telles que Betteraves, Ricin, Haricot ou même Maïs, à cause de leur action déprimante sur la culture suivante.

Sur une céréale, par exemple le Blé, il a été constaté une dépression atteignant parfois 15 % du rendement normal, voisine de celle provoquée par le chanvre (14 à 20 % selon BALDONI, 1948) tandis que celle enregistrée à la suite d'une culture de Maïs n'atteignait qu'environ 5 %.

En terrain pauvre et sec, la dépression est encore plus marquée. Le Sorgho épuise le sol en principes nutritifs et en eau.

Par contre, il a été constaté que, sur des résidus de racines riches en sucres du Sorgho (suivant BARBERA, cité dans PARISI R., 1942) pouvant renfermer jusqu'à 12 % de sucres fermentescibles, les microorganismes prolifèrent en masse, accumulant de l'azote qui, après leur mort et la décomposition des résidus, serait rendu disponible pour les plantes.

C'est pourquoi l'effet dépressif du Sorgho n'est somme toute pas de longue durée, ce qui permet de faire revenir Sorgho sur Sorgho, comme cela se pratique aux États-Unis. Au Texas, cependant, région très productrice, la rotation la plus employée est la suivante : céréale - Sorgho - jachère.

Au Domaine Expérimental de *Lavalette-Montpellier*, à plusieurs reprises on a effectué des cultures de Sorgho sur Sorgho, tout en obtenant d'excellents rendements en grain ou en fourrage, à la condition de procéder aux restitutions convenables en éléments nutritifs, ainsi qu'à des arrosages en quantités appropriées et aux moments opportuns.

Cultures associées.

D'ordinaire, en milieu sec, il ne convient pas d'associer le Sorgho fourrager avec d'autres espèces fourragères, notamment des légumineuses comme les Vesces. Celles-ci sont étouffées par l'exubérance de la graminée et n'utilisent pas économiquement l'espace de terrain qui leur est accordé.

En situation irriguée, le développement de ces légumineuses est quelque peu meilleur ; cependant il semble que les meilleurs types d'association d'une légumineuse avec Sorgho fourrager doivent faire intervenir soit un *Dolique Dolichos lablab*, ou *Vigna sinensis*, soit un *Soja*, à la condition de disposer de types suffisamment précoces pour que le stade optimum de récolte de la légumineuse (stade de début de formation des gousses, correspondant au

maximum de la valeur nutritive) puisse être atteint sensiblement à l'époque où le Sorgho, ou mieux encore le Sudan-grass, arrive, au moins, au stade de l'épiaison (voir au chapitre des Rendements fourragers les résultats d'expérimentation sur les associations Sudan et légumineuses, 1963, 1964 et 1965, Le Merle).

Les semis.

Conditions. — Epoque des semis. — Exigences en température et en humidité.

La germination des semences de Sorgho débute à une température voisine de 10° C, mais par la suite les plantes ne commencent à se développer convenablement qu'à partir de 15° C au moins, tandis que le Maïs commence à germer vers 7° C.

Par prudence et pour simplifier les indications à donner aux cultivateurs en matière de date de semis de Sorghos, et pour obtenir les résultats les meilleurs, on peut conseiller d'effectuer les semis de une à deux semaines après l'époque où, dans la région envisagée, on sème habituellement le Maïs. A partir de ce moment et jusqu'au début du mois de juillet les semis peuvent être réalisés. Plus on va vers le Nord, plus la période pendant laquelle on peut semer se restreint du fait des températures moins élevées et de la plus grande durée du jour, défavorables aux Sorghos. Dans les régions sèches, en été, les semis tardifs ne peuvent réussir sans le secours de l'arrosage.

Vers 1960, des essais ont été effectués au Laboratoire des Pâturages de Pennsylvanie en vue de déterminer les températures minima et optima pour la croissance des plantules de Sorgho, en combinaison avec différents apports d'acide phosphorique (allant de 0 à 435 kg/ha) échelonnés sur une période de six semaines, pour un jour artificiel d'une durée de quinze heures et demie ; avec Sudan-Piper, RS.501 (Sorgho grain) et Fs-1a (Sorgho fourrager) :

A 15° C la croissance a été pratiquement nulle. Elle a été la plus rapide pour Sudan-Piper et pour RS.501 à 26,5° C ; pour Fs-1a, seulement à 32° C. Il n'a pas été constaté de réaction aux apports d'acide phosphorique pour des températures inférieures à 21° C. Pour les températures supérieures, une augmentation significative de la rapidité de croissance des Sorghos a été observée, parallèlement aux apports de cet élément.

En ce qui concerne les besoins en eau des plantes de Sorgho et leur résistance à la sécheresse, de nombreuses études ont été faites. D'une façon géné-

rale, il apparaît que la quantité d'eau utilisée par le Sorgho pour produire la matière sèche est faible par rapport à celle exigée par les autres plantes fourragères.

A Akron, au Colorado, SHANTS et PIEMIESEL (1927) ont mis en évidence, pour le Sorgho sucré Minnesota Amber, un taux de consommation hydrique moyen — sur six années — de 274. C'est-à-dire que 274 kg d'eau sont nécessaires par kg de matière sèche formée contre 361 pour le Maïs denté.

En Italie, MANZONI à Cogliano (1939) a indiqué des chiffres de 153 et 158 kg pour le Sorgho sucré, contre 180 et 190 pour le Maïs Caragua. Ce dernier auteur attribue les différences constatées entre les résultats d'Akron et ceux de Cogliano, à la forte irradiation et à l'humidité relative de l'air plus faible dans la première station citée, ces facteurs étant responsables d'une plus grande transpiration des plantes.

Un certain nombre de caractéristiques morphologiques et physiologiques permettent au Sorgho d'être moins exigeant en eau que d'autres plantes fourragères, en particulier le Maïs. Chez le Sorgho les limbes foliaires sont revêtus d'une cuticule cutinisée qui en retarde le flétrissement par temps sec. Cette cuticule est elle-même revêtue d'une quantité importante de cire de couleur blanche qui empêche la dispersion de l'eau.

D'après CANNON et KUMMEROV (1957) ces cires effectuent une sorte de migration vers le grain au fur et à mesure de leur formation. Elles ont une signification biologique importante car, en réduisant les pertes d'eau par évaporation, elles permettent au Sorgho de résister à la sécheresse.

Selon le stade de végétation des plantes, les teneurs en cire pour cent seraient les suivantes (tableau XIV) :

TABLEAU XIV
TENEURS % EN CIRES DES PLANTES DE SORGHO
(d'après CANNON et KUMMEROV)

<i>Age de la plante en semaines</i>	<i>Plante</i>	<i>Grain</i>
Plantule	1,17	—
10 ^e semaine	0,22	0,15
12 ^e semaine	0,26	0,24
14 ^e semaine	0,26	0,26
16 ^e semaine	0,21	0,33

En outre, les stomates des feuilles du Sorgho — pour une surface stomatique totale égale à celle du Maïs — sont de taille plus petite (de un tiers environ) mais plus nombreux, de 50 %. A travers ces stomates le contrôle des échanges gazeux avec l'extérieur peut être réalisé de manière plus efficace et plus avantageuse pour la plante, lorsque les conditions deviennent difficiles.

Vers la maturité, le système racinaire, extrêmement ramifié, apporte les éléments nutritifs et l'eau à une surface foliaire totale fonctionnelle qui est environ la moitié de celle du Maïs.

Toutes ces caractéristiques rendent la plante de Sorgho particulièrement résistante à la sécheresse et lui permettent de demeurer — pour ainsi dire — à l'état de vie ralentie, pendant d'assez longues périodes, pour entrer de nouveau en végétation sitôt les conditions d'humidité redevenues favorables.

D'où le surnom, attribué par les Américains au Sorgho, de « plante chameau » (PINI P.L., 1953).

Pour l'ensemble de ces raisons, la productivité du Sorgho, équivalente à celle du Maïs dans des conditions d'humidité suffisantes, est nettement supérieure dans les milieux les plus secs.

Quantités de semences.

Le pouvoir germinatif des semences de Sorgho est généralement assez bas, il est normalement inférieur en champ à celui enregistré au laboratoire. Dans les meilleures conditions de conservation après la récolte et de milieu de semis : température et humidité du sol, la germination des semences de Sorgho est inférieure en champ de 30 à 50 % à celle obtenue en laboratoire. Des semences présentant une faculté germinative de 90 à 95 % en laboratoire ne procurent une levée en culture que de l'ordre de 65 % environ. Toutefois, si cette semence est placée en contact intime, tassée contre un sol chaud, suffisamment humide et fertile, le taux de germination se rapprochera davantage de celui qui a été enregistré au laboratoire.

Cette considération relative à la différence du taux de germination doit influencer sur la quantité à semer, au même titre que le type de fourrage qu'on désire récolter, les possibilités ou l'impossibilité d'irriguer, la grosseur des semences, etc...

Au sujet de ce dernier facteur, nous donnons dans le tableau suivant (tableau XV) des indications relatives aux poids de 1.000 grains des variétés fourragères de Sorgho en collection à la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier, classées par ordre décroissant de poids.

TABLEAU XV

POIDS DE 1.000 GRAINES DES VARIETES DE SORGHO FOURRAGER,
SUDAN, SWEET-SUDAN ET HYBRIDES SORGHO × SUDAN
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPPELLIER)

I. — SORGHOS ET HYBRIDES SORGHO × SUDAN

	Poids de 1.000 grains (g)		Poids de 1.000 grains (g)		Poids de 1.000 grains (g)
Alamo	39,5	<i>Hybr. Sorgho × Sudan :</i>		Noir Sucré	23,4
Honey	39,0	Hybar MV 301	28,6	Noir Sucré Drome ...	23,0
NK 315	38,3	Sudax Sx 11	28,5	Craighall Cane Sorghum	22,0
NK 330	36,0	Sordan	28,3	Waconia Orange	21,5
Sumac	36,0	Grazer	28,0	Izdek 5360	21,0
S 11 A	35,0	Hybar MV 309-311 ..	29,0	PB Bari	21,0
Crop Guard	35,0	Hybar MV 302	27,5	Nero PB Bari	21,0
Leoti Red	34,0	Beefbuilder	27,8	Black Hungarian	20,5
NK 320	34,0	Orange Nero	27,0	PV 1 220 G (Hybride	
H 6162	33,5	Amber	27,0	Sorgho × Sudan) ..	20,5
SD 252 F	32,0	4442 SD	26,0	Rox Orange	20,3
Camelsorgo BF	31,5	Dairy D	26,0	Rosso Lombardo	20,0
Duet	31,5	S 210 Frontier	25,0	4441 SD Rancher	20,0
101 F Lindsey	31,0	H 6160	25,0	Cane Early Amber ...	20,0
Excell. Show-Maker ...	31,0	Siloking	24,7	Sucre Olivero Sarcarana	20,0
77 F Lindsey (Hybr. SS)	30,5	Gaoljan	24,5	Axtell	20,0
NK 300	30,3	Szarvasi	24,0	Kubanski Jantar	19,0
Orbit	30,0	<i>Sorghos à balais :</i>		Ellis	19,0
NK 145	29,5	Florence	24,0	Early Sumac	15,0
92 F Lindsey	29,5	S 2	22,0	S. Amélioré (Rep. Domi-	
		S 3	21,0	nicaine)	15,0
		S 17 A	19,0	Types grecs (dix prove-	de 15
		Drome	17,0	nances)	à 21,0

II. — SUDAN ET SWEET-SUDAN

Sweet-Sudan (GNIS 25)	22,0	Sweet-Sudan (Elvas) ..	14,6	Sweet-Sudan (Genest	
Menu-Sudan	19,0	Trudan II	14,5	1963)	12,0
Sweet-Sudan (Genest		Gentile 8604	14,0	Augusto 8817	11,6
1962)	19,0	Sudan 8022	14,0	Sorghum Sudanense	
Satiro 8845	16,0	Sorghum alnum	14,0	(FAO)	11,2
Trudan I	16,0	Sweet-Sudan 4235	13,0	Sudan Roxo 8019	11,0
Aegyptian Wheat	15,0	Saturno 8846	13,0	Sudan Piper certifié ...	10,0
Sweet-Sudan	15,0	Greenleaf	13,0	Sudan-Grass commun ..	9,0
Sweet-Sudan (C.A.L.) ..	15,0			Auge-Grass	8,0

D'après le tableau ci-contre, on voit que ce sont les *Sudan-grass* qui ont les grains les plus légers. Ce fait, ajouté au désir d'obtenir un fourrage fin, soit pour le pâturage, soit pour le foin, conduit à semer assez dense, à raison de 20 à 30 kg de semences à l'hectare, soit à la volée, soit en lignes assez rapprochées, à 20-25 cm environ d'intervalles. En culture sèche, les lignes seront espacées de 35 à 50 cm.

Lorsqu'il s'agit des *Sorghos fourragers* proprement dits, les semis sont à peu près uniquement faits en lignes. Les grains sont plus gros et plus lourds que ceux des *Sudan-grass*, mais les quantités de semences utilisées sont moins fortes, car on ne recherche plus ici la finesse des tiges ni l'abondance de la ramification des plantes, par suite on a recours à des densités plus faibles de semis.

On a constaté que, pour les *Sorghos fourragers*, les rendements obtenus avec les semis en lignes diffèrent peu les uns des autres si les plantes sont entre elles à moins de 20 cm de distance.

On peut obtenir des peuplements de plantes espacées de 5 cm sur la ligne en utilisant seulement de 10 à 12 kg de semences à l'hectare, pour la plupart des variétés. Il n'est pas nécessaire d'employer des doses de semences plus élevées si la variété ou l'hybride n'ont pas des graines d'une grosseur exceptionnelle.

Les variétés à deux fin (grain/fourrage) et les hybrides du type Hegari doivent être semés à raison de 8,5 à 12 kg/ha, si on désire récolter une proportion élevée de grain dans le fourrage.

Dans le cas des *Sorghos* sucrés de haute taille, destinés à l'ensilage, on sème en lignes espacées de 50 cm à 100 cm. L'écartement le plus faible est utilisé en culture irriguée. On cherche à obtenir sur la ligne un intervalle entre les plantes de 5 à 10 cm environ en utilisant 15 kg de semences à l'hectare. Si le peuplement réalisé est trop dense, on peut avoir recours à l'éclaircissage, peu après la levée.

Traitement des semences.

Contre les maladies cryptogamiques, en France on emploie généralement un traitement des semences au T.M.T.D.

Aux Etats-Unis, c'est un mélange de fongicide et d'insecticide qui a la faveur des cultivateurs, il associe le Captane au Dieldrin.

QUINBY J.B., STEWART R.B., WATKINS G.M. (1963) ont traité pendant trois ans des semences de six variétés de Sorghos et un hybride, avec vingt-trois produits destinés à la protection. Les produits organiques se sont montrés plus efficaces que les mercuriques. Leur efficacité s'accroît avec l'âge des semences employées. Il y aurait donc lieu, d'après les résultats de ces auteurs de mettre les semences en contact avec le produit, et de ne les utiliser ensuite pour la culture qu'une ou plusieurs années plus tard, pour obtenir le maximum d'efficacité, dans des régions très favorables aux maladies et parasites.

Réalisation des semis.

Une fois le terrain préparé d'une façon plus poussée que pour le Maïs, le Sorgho ayant des semences plus petites et de levée délicate, tous les auteurs et praticiens sont d'accord pour indiquer la profondeur de semis de 2,5 cm comme donnant les résultats les meilleurs, et recommandent de ne pas descendre au-dessous de 5 cm.

La plupart des Sorghos cultivés en lignes sont semés, aux Etats-Unis, avec un « lister », instrument qui est un semoir billonneur, parfois avec un semoir à céréales, à socs rapprochés.

Les semis serrés nécessitent, bien entendu, des quantités plus élevées de semences mais n'exigent pas, par la suite, d'entretien. Le fourrage ainsi obtenu a des tiges relativement fines et d'excellente qualité mais, en terres sujettes à la sécheresse, les semis denses épuisent rapidement l'humidité disponible du sol et ne fournissent que des rendements fourragers peu élevés.

Aux Etats-Unis, les Sorghos semés en lignes espacées reçoivent les mêmes façons culturales que le Maïs ou le Coton.

Un procédé de semis a été conseillé par MARTIN J.H. et STEPHENS J.C. (1940). Ces auteurs indiquaient de tracer des sillons profonds de 15 à 20 cm et de semer en enterrant les graines de 2,5 cm au fond même de ces sillons. Ensuite on passe deux fois avec un appareil de culture qui effectue le recouvrement des plantes après la levée et détruit en même temps les mauvaises herbes. Les avantages de cette technique seraient de permettre aux plantes de bénéficier de l'humidité sous-jacente pour les premières phases de leur développement, ainsi que de la protection des rebords des sillons, assurant ainsi la formation d'un système racinaire initial étendu et robuste.

Par suite, les plantes de Sorgho auraient un meilleur développement et des racines plus profondes leur permettant de mieux résister à la sécheresse. 119

Désherbage.

A cause de la lenteur des premières phases de croissance, il est indispensable d'effectuer un désherbage. Celui-ci est de plus en plus effectué par voie chimique. Il y a quelques années seulement, ce traitement était fait avec du 2,4-D qui détruisait la plupart des adventices à feuilles larges.

Maintenant on utilise les Triazines en post-émergence (Simazine ou surtout Atrazine) à raison de 1,5 à 2 kg de matière active à l'hectare.

G. CHISCI (1963) rapporte des résultats d'essais de désherbage sélectifs de cultures dérobées d'été de Sorghos associés à des Doliques (*Vigna sinensis*) en Italie dans la région de Lodi. Ces traitements étaient effectués avec le 2 méthylmercapto-4,6 (isopromylamino) s-triazine, dénommé autrefois « Prometryn », en sa forme commerciale de « Gesagarde » (10 % de Prometryn en solution pour 5 à 10 kg/ha de produit, à raison d'un litre d'eau par mètre carré).

L'auteur a enregistré une forte action de l'herbicide sur les mauvaises herbes, en particulier : *Amaranthus* sp., *Portulacca* sp., *Panicum crusgalli*, sans constater de toxicité vis-à-vis des Sorghos (variétés Alamo et Soave), ni des Vigna (*Vigna sinensis* : Iron-clay).

Etude de la croissance de la plante de Sorgho.

1° Développement du système racinaire.

Pendant les premières phases de la croissance des parties aériennes de la plante, qui sont relativement lentes, la plante de Sorgho en profite pour développer un système racinaire profond et bien conformé. Les racines adventives sont fibreuses, ramifiées et couvrent une zone vaste tant en largeur qu'en profondeur.

Chez le Sorgho, le volume des racines est le double de celui d'une plante de Maïs de même superficie foliaire. C'est une des raisons pour lesquelles le Sorgho réussit à dépasser le Maïs dans des conditions de forte sécheresse.

Récemment, NAKAYAMA F.S. et VAN BAVEL C.M. (1963), grâce à des injections de phosphore radioactif P³² dans le sol, ont déterminé l'activité relative d'absorption des racines de Sorgho dans le sol. Les mesures,

basées sur l'absorption du P³² et la consommation de l'eau du sol, ont été réalisées à diverses distances en profondeur, ainsi que latéralement, par rapport aux files de plantes.

Ces auteurs ont pu montrer que 90 % de l'activité des racines se manifeste dans une région située à 90 cm de profondeur et 37,5 cm latéralement des plantes de Sorgho. La croissance des racines en longueur s'effectue à raison de 2 à 5 cm par jour. En ce qui concerne plus spécialement l'eau du sol, 80 à 90 % de celle-ci est absorbée à partir de la surface du sol, jusqu'à une profondeur de 97,5 cm (pour un profil de sol de 162,5 cm). Il y a donc une petite fraction de l'eau et du phosphore traceur qui est absorbée au-delà de 97,5 cm de profondeur.

2° Développement du système aérien.

Au début, la croissance en hauteur du Sorgho est très lente, bien que le nombre de feuilles émises s'accroisse rapidement. D'après COTTE A. (1951), douze jours après la levée, les plantes ont déjà cinq feuilles en moyenne, onze au bout d'un mois, alors que le bourgeon terminal ne se trouve encore qu'à 13 cm du sol.

Ensuite, et d'autant plus tôt que la variété est plus précoce, la croissance s'accélère, la tige monte rapidement, les entrenœuds du bas de la plante atteignant les premiers leurs dimensions définitives. Il apparaît encore quelques feuilles (deux à six environ, suivant les variétés) celles-ci s'étalent et prennent l'une après l'autre leurs dimensions adultes.

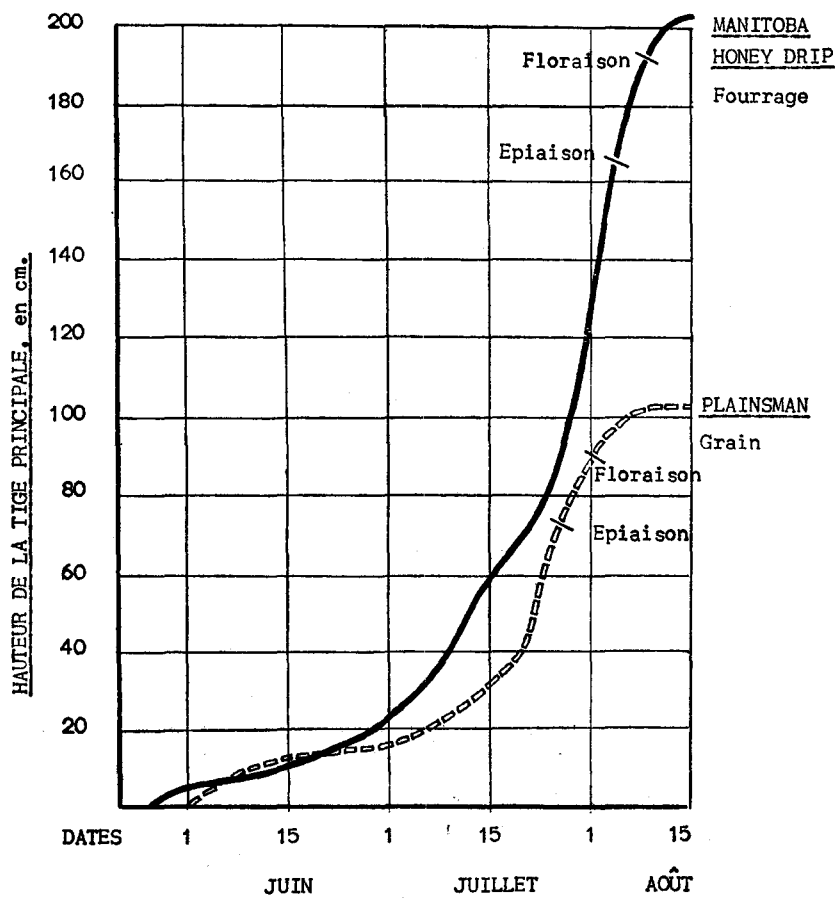
L'allongement de la tige se ralentit peu à peu à mesure qu'approche la floraison et cesse lors de la pleine floraison.

Nous reproduisons ici la courbe tracée par COTTE A. (1951) représentant la croissance de la tige principale chez deux variétés de Sorghos, l'une à grain (Extra naine Plainsman) l'autre fourragère, Sorgho sucré de grande taille (Manitoba Honey Drip) (fig. 5).

Il ne semble pas qu'il existe de corrélation entre le nombre de feuilles et la taille de la plante, en effet chez les Sorghos grain nains on compte de dix à seize feuilles et vingt ou plus seulement chez les Sorghos géants de l'Afrique ou de l'Inde.

Fig. 5

CROISSANCE DE LA TIGE PRINCIPALE DE DEUX TYPES DE SORGHO
MANITOBA HONEY DRIP ET PLAINSMAN, A MONTPELLIER, 1948



Chez les variétés naines, les entrenœuds sont extrêmement courts, les feuilles donnant l'impression d'être opposées et empilées les unes sur les autres.

REACTIONS DE LA PLANTE A LA PHOTOPERIODE ET A LA THERMOPERIODE.

Le Sorgho est une plante de jours courts : d'une manière générale plus les jours sont courts et plus la floraison est accélérée. Cependant la plupart de nos variétés fourragères sont plus sensibles et, par suite, réagissent davantage à la thermopériode qu'à la photopériode.

Les variétés les moins sensibles à la photopériode sont celles qui, au contraire, présentent les plus fortes réactions à la thermopériode.

A la Station de Canal Point, en Floride, en vue d'obtenir en mars-avril des semences de Sorgho destinées à être semées aussitôt dans le Missouri, à une latitude à laquelle les Sorghos ne parviennent habituellement pas à mûrir leurs graines, COLEMAN O.H. et BELCHER B.A. (1952) ont étudié les effets de la photopériode et de la thermopériode sur cinq variétés représentatives de diverses précocités :

Début de floraison :

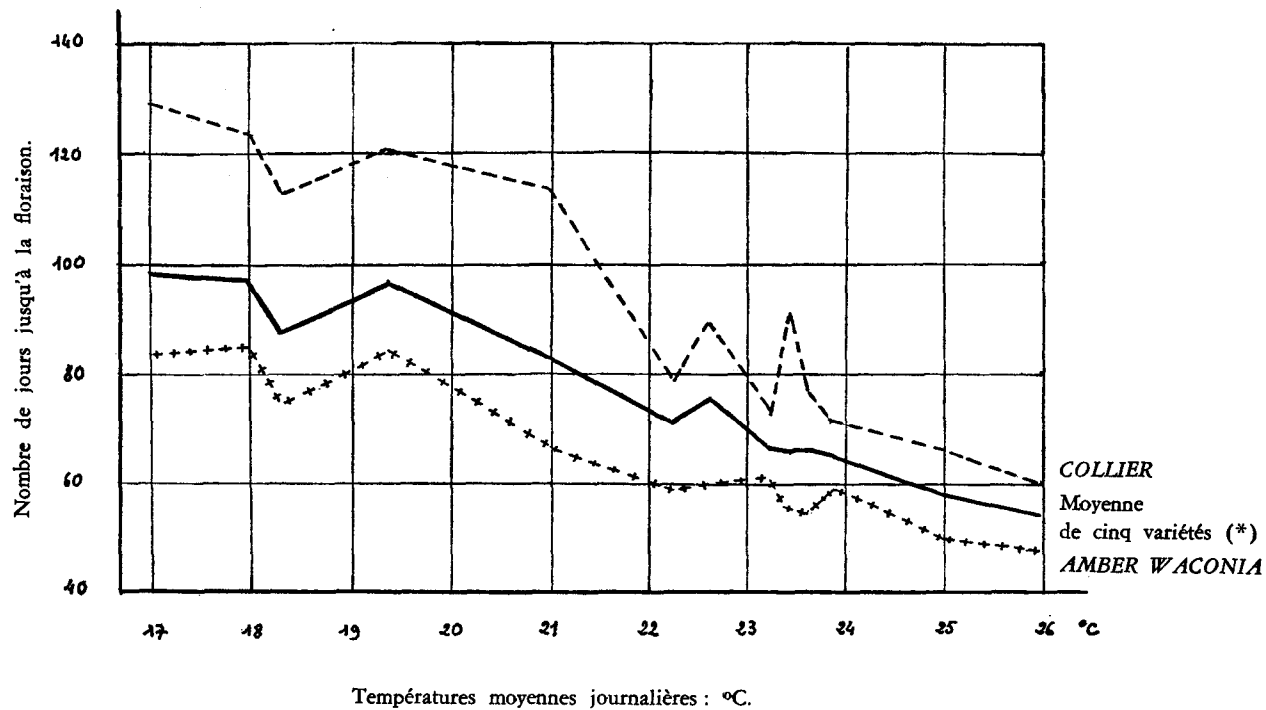
Waconia amber ..	60	jours	environ	après	le	semis	dans	le	Missouri
Leoti	67	»	»	»	»	»	»	»	»
Collierr	88	»	»	»	»	»	»	»	»
Honey	98	»	»	»	»	»	»	»	»
Hodo	108	»	»	»	»	»	»	»	»

Ces auteurs ont montré que les exigences thermiques d'une variété doivent être satisfaites avant que ne se manifeste une réaction à la photopériode. On constate des différences sensibles entre les variétés quant à leurs besoins en température. Ils ont obtenu des corrélations partielles positives entre la longueur moyenne du jour pendant les trente jours suivant le semis et la hauteur des plantes et une corrélation négative entre la température moyenne journalière pendant cette même période de temps et le nombre de jours du semis jusqu'à la floraison (fig. 6).

Fig. 6

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE MOYENNE JOURNALIERE
SUR LA PRECOCITE DE LA FLORAISON
CHEZ DES SORGHOS FOURRAGERS

(D'après COLEMAN O.H. et BELCHER B.A., Floride, 1952)



(*) Variétés : COLLIER, LEOTI, HONEY, HODO, AMBER WACONIA.

Il existe également une corrélation négative entre les températures et la hauteur des plantes chez la variété Collier qui est la plus sensible à la chaleur.

LA FLORAISON.

La majeure partie de la floraison se produit la nuit ou aux premières heures du matin. La sortie des étamines cesse pendant les heures chaudes.

Durée.

La durée de la floraison pour une panicule entière est variable suivant les dimensions de celle-ci, et s'établit aux environs d'une semaine. Elle peut durer parfois de huit à neuf jours. Son maximum d'intensité est atteint entre le troisième et le sixième jour. Lorsque les températures sont exceptionnellement basses pour la saison, les variétés à panicules très volumineuses peuvent mettre de quatorze à quinze jours pour fleurir entièrement.

Dans des conditions normales de culture, avec suffisamment d'humidité dans le sol, la floraison s'effectue le plus rapidement pour les températures qui se manifestent pendant les mois de juillet et d'août.

Ordre de la floraison dans la panicule.

Lors de la pleine floraison, ce sont plus de cent à quatre cents épillets qui peuvent s'ouvrir en une heure. La floraison débute par les fleurs terminales de la ramification supérieure de la panicule, puis se poursuit en progressant régulièrement vers le bas. En général, les fleurs situées dans un même plan perpendiculaire à l'axe principal de la panicule s'épanouissent en même temps.

Epanouissement individuel de la fleur.

Les observations effectuées par STEPHENS J.C. et QUINBY J.R. (1934) à Chillicothe (Texas) sur le Sorgho Spur Feterita, indiquent les chiffres suivants depuis le début d'ouverture de la glume :

- jusqu'à l'ouverture totale : sept minutes ; les extrêmes étant trois à treize minutes ;
- jusqu'au début de la fermeture (après l'anthèse) : vingt minutes ; extrêmes treize à trente-six minutes ;
- jusqu'à la fermeture complète : deux heures sept minutes ; extrêmes vingt-neuf minutes à quatre heures.

Les anthères et les stigmates sortent des glumes, les anthères sont pendantes lorsque les glumes sont écartées, ou même un peu avant. D'ordinaire la déhiscence se produit à peu près au moment du basculement des anthères, parfois un peu avant, parfois un peu après. L'anthère en position pendante émet un petit nuage de pollen qui est disséminé par le vent.

L'exposition des stigmates avant la déhiscence des anthères soumet les fleurs à la possibilité d'interpollinisation avec d'autres plantes.

Influence de la lumière, de la température et de l'humidité sur la floraison.

Lorsque les plantes de Sorgho sont soumises artificiellement à la lumière pendant la nuit et à l'obscurité pendant le jour, le rythme normal de la floraison se trouve inversé, dès trente-six heures après la mise en route de l'expérience.

Les variations de la température ont une influence modificatrice sur le rythme de la floraison, tandis que celles de l'humidité ne paraissent pas avoir de répercussion sur le moment de la floraison.

Le vent a pour effet d'accélérer le processus de la floraison. Un retard anormal dans la floraison, provoqué par des causes diverses, peut être compensé par l'agitation artificiellement provoquée des panicules.

Le pollen perd rapidement de sa vitalité. Si on utilise du pollen prélevé à partir des anthères depuis plus de cinq heures, on n'obtient pas de nouaison. Tandis que les stigmates sont réceptifs dès quarante-huit heures avant l'épanouissement des fleurs, jusqu'à huit à seize jours après celle-ci. La fécondation paraît avoir lieu de seize à douze heures après le contact du grain de pollen sur le stigmate.

Pollinisation.

Les Sorghos sont généralement autopollinisés, mais il n'y a pas d'obstacle sérieux à la fécondation croisée.

Lorsque différentes variétés sont cultivées côte à côte, on observe fréquemment un taux de fertilisation croisée d'environ 6 % (d'après STEPHENS J.C. et QUINBY J.R., 1934). Chez le Sudan-grass, ce taux de pollinisation croisée est nettement supérieur à celui des Sorghos : on a enregistré jusqu'à 46 % au Texas, et même 76 % en Pennsylvanie (GARBER R.J. et ATWOOD

LES FACTEURS DU TALLAGE.

Le tallage débute de bonne heure, dès que les plantes ont émis de quatre à six feuilles. Des ramifications prennent naissance à l'aisselle des feuilles, à partir de la base de la plante, avec une orientation plus ou moins oblique par rapport à l'axe principal, suivant les variétés. Cette orientation est si oblique chez certains Sudan-grass que la touffe prend un aspect étalé.

L'intensité du tallage est très variable. Dans la collection cultivée à *Lavalette-Montpellier*, avec une densité de peuplement de 8,5 à 10 plantes au mètre carré, parmi les variétés à faible tallage (nombre de talles moyen par plante, sur trois ans) citons les Sorghos :

Gaoljan 2,40 ; Noir sucré 2,40 ; Nero PB Bari 2,00 ; Rox Orange et S 11 A 2,33 ; Orange Nero 1,60.

Parmi les Sorghos à tallage relativement élevé on trouve : 4441 SD Rancher 3,66 ; Amber 3,53 ; Honey 3,33 ; les hybrides Sorgho x Sudan : Hybar MV 301 3,73 ; Sudax Sx 11 3,33 ; Hybar MV 311 4,60 et surtout chez les Sudan-grass : Menu Sudan commun 16,7, Piper 11,2, Sweet-Sudan 10,1.

Le tallage est favorisé par de bonnes conditions d'humidité et de fertilité du terrain, par la distance entre les plantes (celle-ci diminuant les effets de concurrence), peut-être aussi par la photopériode et l'intensité de l'éclairement.

L'augmentation du tallage est plus forte pour les Sudan-grass que pour les hybrides Sorgho x Sudan Sudax Sx 11 et Grazer qui ont hérité surtout des caractères de la végétation du parent Sorgho et non de l'aptitude au tallage du parent Sudan.

Dans des conditions d'humidité et de chaleur très favorables, les talles dépassent parfois en hauteur la tige principale : c'est le cas sous les climats tropicaux. Si, au contraire, les conditions d'humidité ne se réalisent qu'après une longue période sèche, les émissions de pousses nouvelles ne se manifestent que dans la partie supérieure des plantes.

Chez les Sorghos grain, le tallage représente un inconvénient d'une part parce que les panicules d'une même plante ne mûrissent pas en même temps, d'autre part parce qu'ils se situent à des niveaux de hauteur différents. Dans ces conditions la récolte à la moissonneuse-batteuse devient difficile à réaliser.

Le tallage est également indésirable pour l'extraction du sirop de sucre, car dans les talles le pourcentage de sucres est nettement plus faible que dans la tige principale et le produit récolté est, par suite, moins homogène que dans le cas d'un type de Sorgho à tige unique.

Chez les Sudan-grass, comme dans tous les types herbacés, il est préférable au contraire d'avoir des plantes à capacité de tallage élevée, d'une part pour subvenir à d'éventuelles déficiences dans le peuplement, d'autre part parce qu'un fort tallage est corrélatif d'un faible diamètre des tiges et, par suite, d'une plus grande facilité de fanage. Un faible tallage au contraire est en corrélation avec des tiges grosses, souvent uniques ou tout au plus doubles, portant des feuilles larges, comme c'est le cas chez les Sorghos sucrés et surtout chez les Sorghos hybrides fourragers récents.

Chez les variétés normalement à faible tallage, celui-ci s'arrête très tôt, bien avant l'épiaison de la tige principale.

Chez les variétés à fort tallage, après une coupe, si les conditions d'humidité et de température sont favorables, le tallage reprend, quel que soit le stade de la végétation auquel ait été effectuée la coupe et permet plusieurs exploitations successives. Celles-ci sont des coupes fourragères sous nos climats ; elles peuvent être productrices de graines sous les climats tropicaux.

Seuls les Sudan-grass peuvent permettre, dans les conditions les plus méridionales de la France, deux coupes successives pour la graine, la seconde étant très inférieure en production, alors que, dans les mêmes conditions, ils peuvent fournir trois ou quatre coupes successives de fourrage, par des exploitations à 50 cm ou 80 cm de hauteur.

Des coupes fréquentes ont pour conséquence d'accroître le nombre de talles émises par la plante, si la coupe est pratiquée à 10 cm du sol.

C'est ainsi qu'à *Lavalette* en 1965, les moyennes de comptages des talles sur cent plantes de trois variétés de Sudan-grass, montrent que le nombre moyen de talles, pour des coupes successives effectuées lorsque les plantes ont atteint une hauteur de 40 cm, passe de 2,71 à la première coupe, à 5,54 à la deuxième coupe, 6,05 à la troisième coupe.

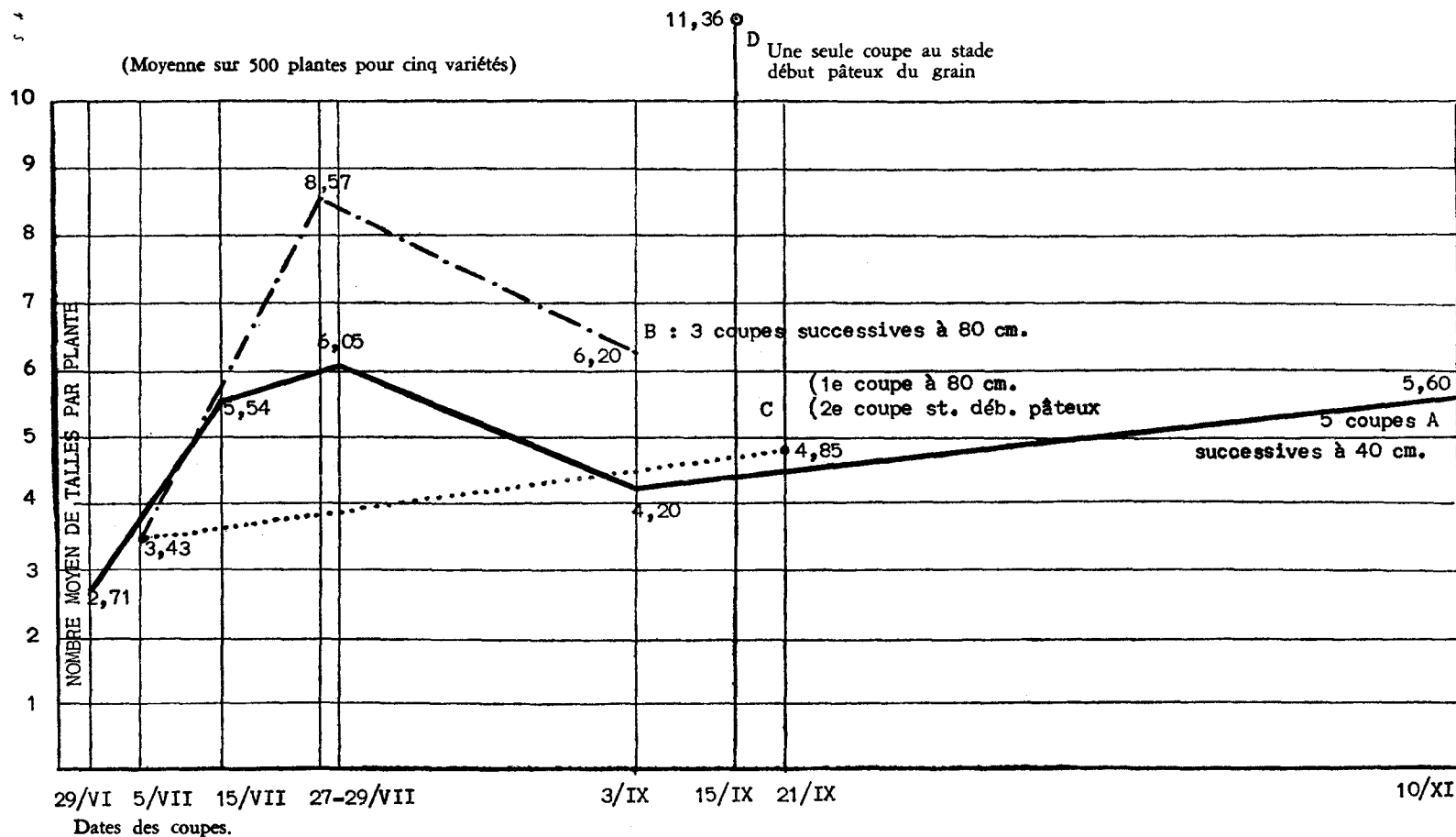
Dans le cas de coupes effectuées à 80 cm de hauteur des plantes, le nombre moyen de talles qui était de 3,43 lors de la première coupe, passe à 8,57 en deuxième exploitation.

Il semble y avoir une légère diminution de ce nombre moyen de talles lors d'une coupe suivante, et une certaine recrudescence en fin de saison (fig. 7).

Dans le cas des Hybrides Sorgho x Sudan, chez lesquels le coefficient de tallage est plus faible que chez les Sudan, on observe aussi cependant un accroissement de la moyenne du tallage lors de la deuxième exploitation,

Fig. 7

VARIATIONS DU NOMBRE MOYEN DE TALLES PAR PLANTE
 CHEZ LES SUDAN-GRASS SUIVANT LA FREQUENCE
 ET LA HAUTEUR DES PLANTES LORS DE L'EXPLOITATION (*)
 (LAVALETTE-MONTPELLIER)

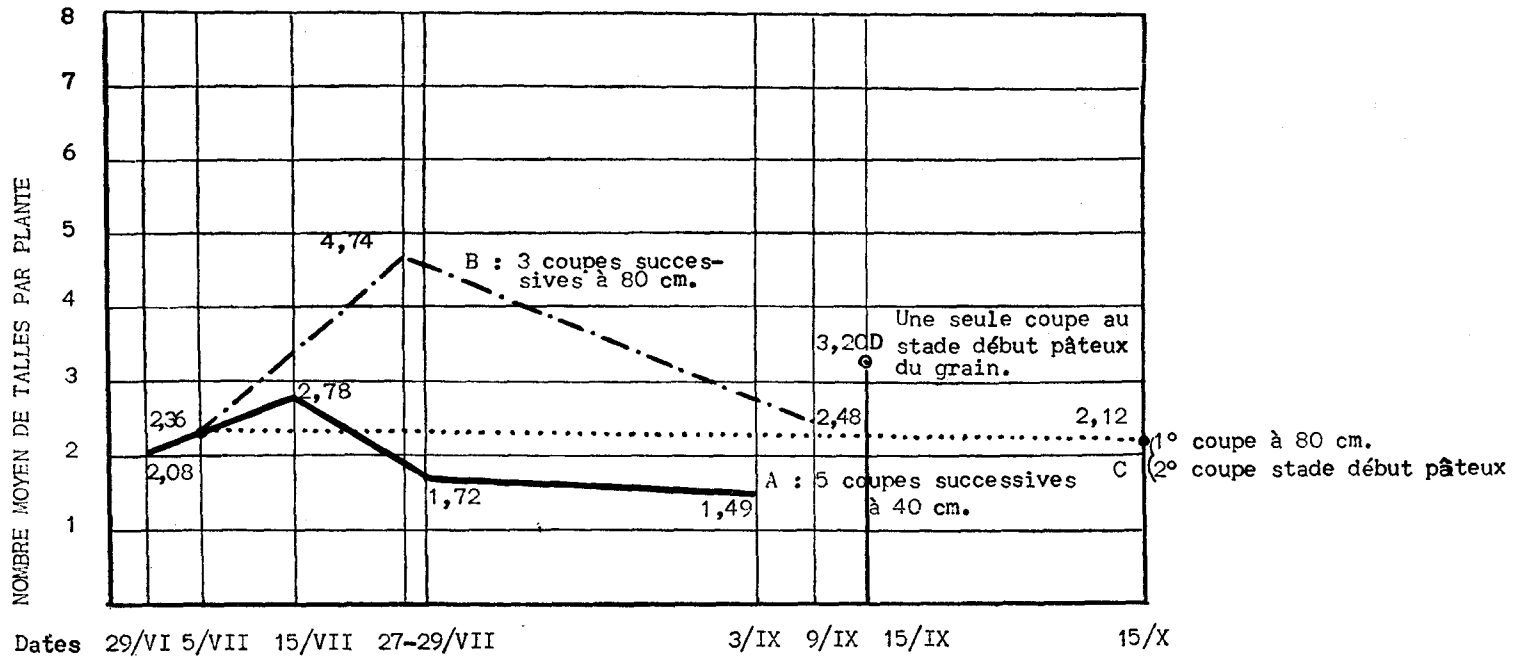


(*) A comparer avec le graphique suivant, se rapportant aux hybrides *Sorgho* × *Sudan*.

Fig. 8

VARIATIONS DU NOMBRE MOYEN DE TALLES PAR PLANTE
CHEZ LES HYBRIDES *SORGHO* × *SUDAN* SUIVANT LA FREQUENCE
ET LA HAUTEUR DES PLANTES LORS DE L'EXPLOITATION (*)
(L'AVALETTE MONTPELLIER)

(Moyennes sur 500 plantes, pour cinq hybrides)



(*) A comparer avec le graphique précédent, se rapportant aux *Sudan-grass*.

PRECOCITE DE MATURITE DES SORGHOS FOURRAGERS.

La connaissance de la précocité des divers types de Sorghos fourragers présente une importance capitale pour la réussite des cultures dans nos régions situées à la limite Nord de leurs exigences écologiques.

Les essais réalisés par COTTE A., de 1948 à 1957, à *Montpellier* ont montré que de l'épiaison à la pleine maturité du grain s'écoule une période de l'ordre de un mois et demi à deux mois, suivant les variétés, mais aussi suivant les conditions météorologiques et du milieu, température, humidité. Une sécheresse excessive peut provoquer un raccourcissement relativement considérable de cette période.

Les observations que nous avons effectuées de 1962 à 1964 au *Domaine de Lavalette-Montpellier* sur des Sorghos et des Sudan-grass cultivés à l'irrigation, nous ont permis de classer les variétés en plusieurs groupes, suivant leur précocité, celle-ci étant mesurée en nombre de jours pour la période comprise entre la levée (les semis étant réalisés entre les 10 et 15 mai) et la date de la récolte au stade début pâteux du grain. Cette donnée est surtout intéressante pour les Sorghos destinés à l'*ensilage*.

Sorghos :

Types précoces : moins de 95 jours : Cane Early Amber, Gaoljan.

Types demi-précoces : 95 à 104 jours : 4440 SD, 4441 Rancher, 4442 SD, Amber, Noir sucré Drôme, NK 315.

Types demi-tardifs : de 105 à 114 jours : Nero P.B. Bari, Rox Orange, 301 FRS, Ellis, Rosso Lombardo, Craighall cane, S 11 A.

Types tardifs : plus de 115 jours : NK 330, Axtell, Honey, Orange Nero, Sumac.

Sudan-grass et Sweet-Sudan :

Types précoces et demi-précoces : jusqu'à 104 jours : Sudan commun, Roxo, Sudan GNIS 35, 8022 Elvas, Piper, Sweet-Sudan 4235.

Types demi-tardifs et tardifs : de 105 à 114 jours, parfois au-delà : Sorghum sudanense FAO, Satiro, Aegyptian wheat, Sorghum vulgare Giza 3, Sweet-Sudan 21, Saturno, Augusto.

Les hybrides Sorgho x Sudan que nous avons eus en observation se classent parmi les groupes demi-tardifs. Ce sont : Hybar MV 301, le plus précoce, puis Sudax Sx 11 et Grazer, Sordan et enfin Hybar MV 311.

A titre indicatif, nous reproduisons dans le tableau XVII des données relatives à la précocité des divers types fourragers, au Texas, puis dans les tableaux suivants (tableau général XVIII, tableaux partiels XIX à XXII pour les Sorghos ; tableaux XXIII général et XXIV pour les Sudan-grass) on trouvera des indications enregistrées à *Lavalette-Montpellier* relatives à la précocité des variétés, ainsi que les proportions en vert des diverses parties des plantes, feuilles, tiges, épis. Egalement des renseignements sur les dimensions des feuilles, la hauteur des plantes, le nombre de tiges par plante et le diamètre de la tige principale.

Dans les tableaux partiels qui accompagnent ces tableaux généraux sont présentées des comparaisons entre les divers groupes de précocité des Sorghos et des Sudan-grass, pour divers caractères.

Le premier de ces tableaux partiels met en évidence l'influence de la tardivité sur le rendement en vert et en matière sèche des *Sorghos*. Plus les variétés sont tardives, plus les rendements fourragers sont élevés.

Dans le second tableau, on constate que les Sorghos tardifs sont supérieurs aux Sorghos précoces et demi-précoces pour les caractères suivants : teneur en sucres des tiges, hauteur moyenne des plantes, diamètre des tiges et pourcentage en poids de ces dernières, ainsi que pour la longueur, la largeur des feuilles, leur proportion en poids. Par contre, leur proportion de panicules est inférieure à celle des Sorghos précoces et demi-précoces.

En ce qui concerne les *Sudan-grass* et *Sweet-Sudan*, on constate que les différences entre les groupes de précocité sont un peu moins marquées que chez les Sorghos. Cependant, les tardifs présentent en moyenne des feuilles plus longues et plus larges, des hauteurs de plantes supérieures et surtout un nombre de tiges par plante moins élevé que les précoces (tableau général XXIII et tableau XXIV).

Nous donnons ensuite des indications relatives aux observations effectuées sur la précocité, la hauteur des plantes et leur teneur en matière sèche, en 1963, 1964 et 1965, au *Domaine Expérimental du Merle* (Bouches-du-Rhône) à l'irrigation (tableau XXVI). Nous faisons précéder celles-ci de tableaux et graphiques mettant en évidence les variations des éléments du climat pendant les mois de culture des Sorghos, pour les années 1958 à 1965 (on se reportera à ces tableaux lors de l'étude des rendements fourragers) (tableau XXV et fig. 9 et 10).

Enfin, toujours concernant la précocité des Sorghos, nous donnons un diagramme (fig. 11) représentant, pour 1965, les durées des périodes : levée-début épiaison ; levée-début de floraison ; et levée-récolte, comparant les observations effectuées au *Merle* relatives aux hybrides Sorgho x Sudan à celles des Sorghos fourragers.

TABLEAU XVI

INFLUENCE DE L'IRRIGATION SUR LE TALLAGE DES PLANTES
DES SUDAN-GRASS ET DES HYBRIDES SORGHO × SUDAN

à Lavalette et à Montpellier, en 1964

Nombre de tiges épiées par mètre carré et par plante, au stade début pâteaux du grain.

Variétés	En culture irriguée Lavalette		En culture sèche Montpellier		Augmentation en culture irriguée du tallage par rapport à culture en sec = 100
	Nombre de tiges au m ²	Nbre moyen de tiges par plante	Nombre de tiges au m ²	Nbre moyen de tiges par plante	
Trudan 1 ..	105	6,5	54	3,3	100
Sudan Piper .	217	13,5	76	4,7	285
Sorgh. almum	122	8,2	42	2,6	290
Sweet-Sudan .	107	6,6	68	4,2	57
Sudax Sx 11 .	70	4,3	46	2,9	52
Grazer	68	4,2	47	2,9	44
Conditions de la culture :	Fumure/ha : 60 N + 100 P ₂ O ₅ + 100 K ₂ O Intervalle des lignes : 40 cm Peuplement au m ² : 16 plantes		Fumure : 0 N + 100 P ₂ O ₅ + 100 K ₂ O Intervalle des lignes : 50 cm Peuplement au m ² : 16 plantes		

TABLEAU XVII

LES SORGHOS LES PLUS CULTIVES EN GENERAL
 COMME FOURRAGE PAR ORDRE DE MATURITE
 DU PLUS PRECOCE AU PLUS TARDIF (Texas)

<i>Variété</i>	<i>Durée de végétation en jours</i>	<i>Variété</i>	<i>Durée de végétation en jours</i>
<i>Sorghos traditionnels :</i>		<i>Sorghos hybrides fourragers:</i>	
Rancher	76	NK 145	81
Fremont	85	Grazer (Sorgho x Sudan) ..	89
Red Amber	91	RS 303	90
Black Amber	92	RS 301	91
Leoti	93	FS 300	94
Early Sumac	94	Windbreaker	96
Ellis	94	RS 302	96
Axtell	95	Lindsey 92 F	96
Collier	96	Sudax Sx 11	
Crystal drip	96	(Sorgho x Sudan)	96
Rox Orange	96	S 210	99
Medium dwf. Sumac	96	Fs 1 a	100
Brawley	101	Siloking	103
Sumac (Red Top)	101	FS 22	105
Atlas	103	Lindsey 101 F	120
Rex	103	NK 300	120
Sourless (African Millet) .	104	NK 320	120
Sumac 1712	104	Lindsey 115 F	128
Kansas Orange	107	Beefbuilder	134
Orange	107	<i>Variétés et hybrides à deux fins : grain/fourrage :</i>	
Sugar Drip	108	NK 135	78
Williams	110	RS 501	80
Tracy	115	Reliance	81
Honey	117	Norghum	82
Gooseneck	130	Early Hegari	95
Wiley	130	Blackhull Kafir	96
Hodo	130	Hegari	108
134 Sart	130		

*Les Sorghos
fourragers*

TABLEAU XVIII

PRECOCITE ET COMPOSITION DU FOURRAGE VERT DES SORGHOS
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPPELLIER)
(Moyennes de trois ans: 1962-1963-1964)

Précocité	Nombre jours (*)	Variétés	Feuilles		Tiges			% en vert des			Teneur % en sucres des tiges
			Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur des plantes (cm)	Nombre par plante	Diamètre (mm)	Feuilles	Tiges	Epis	
P	91	Cane Early Amber ..	58	4,5	247	5,1	10,3	18,6	59,6	21,8	6,1
P	95	Maïs INRA 321 tém.	77	9,8	225	1,0	23,6	20,0	33,2	46,7	7,0
P	92	Maïs INRA 640 tém.	77	10,3	245	1,0	24,6	24,4	45,1	30,5	4,8
P	91	Gaoljan	62	6,3	273	2,5	15,3	18,7	58,7	19,6	6,3
1/2 p	95	4441 SD Rancher ..	63	5,3	222	3,6	11,0	17,6	53,3	29,1	6,8
1/2 p	95	4442 SD 39-30	62	5,5	220	3,2	12,6	18,3	64,9	16,8	8,3
1/2 p	95	Noir Sucre Drome ..	73	5,5	258	3,6	14,0	19,9	63,7	16,5	5,8
1/2 p	95	Noir Sucre Ecole ..	70	7,8	240	2,5	15,3	20,3	65,6	14,1	6,5
1/2 p	96	Amber	62	6,3	222	3,5	11,3	21,1	62,5	16,4	10,4
1/2 p	96	NK 315	58	6,5	225	2,7	13,3	20,9	60,0	19,1	5,4
1/2 p	97	Maïs FG 93 témoin	92	10,3	265	1,0	23,6	27,1	39,9	32,9	9,8
1/2 p	98	4440 SD 252 F	72	7,5	228	2,6	14,6	25,0	55,4	19,9	10,7
1/2 p	100	Hybar MV 301 (Sorgho × Sudan) ..	66	7,0	265	3,7	14,6	20,3	58,6	21,2	5,6
1/2 t	107	Rox Orange Ecole ..	70	7,0	282	2,3	17,6	21,5	65,7	14,4	13,1
1/2 t	107	Rosso Lomb. Ecole	70	6,7	258	2,5	16,0	19,3	66,8	13,9	12,0
1/2 t	107	Graighall Cane Sorg.	64	7,0	240	3,1	15,6	22,2	66,6	11,2	13,2
1/2 t	107	Sudax Sx 11 (Sorgho × Sudan) ..	73	7,2	268	3,3	13,0	20,5	63,8	15,8	9,8
1/2 t	110	Nero PB Bari	70	7,0	240	3,1	15,6	22,2	66,6	11,2	13,2
1/2 t	110	S 11 A Milan	74	8,5	258	2,3	16,6	21,7	64,9	13,4	9,9
1/2 t	113	Hybride 301 FRS ..	70	7,2	248	2,8	16,3	25,3	58,7	15,9	8,2
1/2 t	114	Ellis	78	7,7	256	2,4	17,3	22,7	68,5	8,8	12,5
T	116	Orange Nero	83	7,8	298	1,6	20,3	21,3	68,2	10,5	12,0
T	116	Axtell	72	8,0	260	2,9	17,3	24,9	65,0	10,1	11,6
T	116	NK 330	85	8,0	222	1,9	18,3	27,8	57,5	14,6	11,1
T	118	Texas 1910	75	7,2	205	2,9	21,6	27,3	54,8	18,0	9,6
T	118	Honey	72	5,8	282	3,3	16,3	22,1	71,1	6,8	13,7
T	119	Hybar MV 311 (Sorgho × Sudan) ...	70	7,8	298	1,6	20,3	21,3	68,2	10,5	12,0
T.T.	121	Sumac	73	8,2	270	1,9	20,6	24,1	67,4	8,5	11,5

(*) Nombre de jours de la levée à la récolte au stade « début pâteux du grain », pour l'ensilage.

TABLEAU XIX
RENDEMENTS FOURRAGERS RELATIFS, EN VERT
ET EN MATIERE SECHE,
PAR RAPPORT AUX MAIS TMOINS, DES SORGHOS
CLASSES PAR GROUPES DE PRECOCITE
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPPELLIER)
(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964)

Types de précocité	Précocité :		
	Nombre de jours de la levée à la récolte au stade début pâteux du grain	Rendement en vert	Rendement en matière sèche
Maïs INRA 640 (témoin)	92	100 = 63,3 t/ha	100 = 18,3 t/ha
Sorghos précoces ...	< à 95	87,4	93,9
Maïs FG 93 (tém.)	97	100 = 79,2 t/ha	100 = 21,04 t/ha
Sorghos 1/2 précoces	95 à 104	85,3	95,4
Sorghos 1/2 tardifs .	105 à 114	113,3	129,3
Sorghos tardifs	> à 115	123,8	129,9

TABLEAU XXI
COMPOSITION DES RENDEMENTS FOURRAGERS, EN VERT
ET EN MATIERE SECHE, DES GROUPES DE PRECOCITE
DES SORGHOS
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPPELLIER)
(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964)

Types de précocité	Rendement en vert relatif total = 100			Rendement en matière sèche relatif total = 100		
	Feuilles	Tiges	Epis	Feuilles	Tiges	Epis
Sorghos précoces et 1/2 précoces (dix variétés)	20,2	59,5	20,3	19,4	49,2	31,4
Sorghos 1/2 tardifs et tardifs (quinze variétés)	22,9	64,0	13,2	20,5	57,8	20,7

TABLEAU XX

COMPARAISON, POUR DIVERS CARACTERES DES PLANTES
ENTRE LES GROUPES DE PRECOCITE DES SORGHOS FOURRAGERS
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPELLIER)

(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964)

Types de précocité	Teneurs en sucres % de la matière sèche des tiges	Feuilles			Tiges				Epis % Poids vert
		Longueur (cm)	Largeur (cm)	% Poids vert	Hauteur	Nombre par plante	Diamètre (mm)	% Poids vert	
Sorghos pré- cocés et 1/2 précoces (dix variétés)	100 = 7,2	100 = 66,4	100 = 6,22	100 = 20,2	100 = 240	100 = 3,31	100 = 13,6	100 = 59,5	100 = 20,3
Sorghos 1/2 tardifs et tar- difs (quinze variétés)	151,3 = 10,9	113,4 = 73,3	116,2 = 7,23	113,9 = 22,9	109,6 = 263	78,2 = 2,59	125,7 = 17,1	105 = 54,0	65,3 = 13,2

TABLEAU XXII

COMPARAISON POUR DIVERS CARACTERES, ENTRE LES GROUPES DE PRECOCITE
DE SORGHOS FOURRAGERS

DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPPELLIER

(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964, pour vingt-cinq variétés)

Groupes de précocité	Précocité : Nbre de jours de la levée à la récolte au stade début pâteux du grain	Rendement total en vert t/ha	Participation dans le rendement en vert total des :			Rendement total en matière sèche t/ha	Participation dans le rendement en matière sèche total des :		
			Feuilles	Tiges	Epis		Feuilles	Tiges	Epis
Précoces + 1/2 précoces (dix variétés)	jusqu'à 104	100 = 65,5	100 = 3,2	100 = 39,0	100 = 13,1	100 = 18,8	100 = 3,6	100 = 9,3	100 = 5,9
1/2 tardifs + tardifs (quinze variétés)	au-delà de 105	143,5 = 93,7	162 = 21,45	154 = 60,0	92 = 12,2	145 = 27,3	154 = 5,6	170 = 15,8	100 = 5,9

TABLEAU XXIII

PRECOCITE ET COMPOSITION DU FOURRAGE VERT DES SUDAN-GRASS
ET SWEET-SUDAN

(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPELLIER)

(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964)

Précocité	Nombre jours (*)	Variétés	Feuilles		Tiges			% en vert des			Teneur en % sucres des tiges
			Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur des plantes (cm)	Nombre par plante	Diamètre (mm)	Feuilles	Tiges	Epis	
1/2 p	97	Menu Sudan Com- mun (G 62)	48	2,5	182	16,7	5,3	18,6	57,1	24,3	4,2
1/2 p	98	Sudan Roxo (Elvas 62)	62	2,3	223	9,2	5,6	22,0	61,6	16,4	4,2
1/2 p	98	Sudan (GNIS 35) .	45	2,0	197	12,3	5,0	21,7	55,1	23,2	5,4
1/2 p	100	Sudan 8022 (Elvas 62)	40	2,2	185	12,1	6,7	18,7	62,1	19,2	9,2
1/2 p	100	Sudan Piper (Elvas 62)	50	2,5	203	11,2	7,0	26,5	55,7	17,8	8,5
1/2 p	101	Sudan Piper (G 62) .	58	2,1	225	10,5	6,0	21,1	61,3	17,7	4,6
1/2 p	101	Sweet-Sudan (GNIS 4235)	50	2,1	197	10,1	5,6	20,6	56,8	19,3	3,8
1/2 t	106	Sorghum Sudanense (FAO)	46	1,7	212	12,1	6,7	23,4	60,1	16,2	6,6
1/2 t	107	Satiro (Elvas 62) . .	62	4,2	278	7,1	7,0	17,6	59,3	19,6	9,1
1/2 t	108	Aegyptian Wheat (Elvas 62)	63	3,1	225	10,6	6,7	18,7	58,0	23,4	10,5
1/2 t	108	S. Vulgare Giza 3 (Elvas 62)	51	2,6	233	7,9	6,0	19,1	59,7	21,1	6,6
1/2 t	109	Sweet-Sudan (GNIS 21)	52	1,8	205	10,1	5,6	21,2	57,8	21,0	4,0
1/2 t	113	Saturno (Elvas 62) .	57	2,2	287	7,7	6,3	22,9	61,0	16,0	8,1
T	117	Augusto (Elvas 62)	65	3,8	249	4,5	7,1	20,8	63,9	15,6	11,7
T	117	Texas 1901	62	5,2	263	3,7	7,1	19,4	70,4	10,2	12,2
T	122	Texas 1903	67	3,8	285	3,7	10,3	18,7	71,0	10,3	10,2

(*) Nombre de jours de la levée à la récolte au stade « début pâteux du grain », pour l'ensilage.

TABLEAU XXIV

COMPARAISON POUR DIVERS CARACTERES, ENTRE LES GROUPES DE PRECOCITE
DES SUDAN-GRASS ET SWEET-SUDAN
(DOMAINE DE LAVALETTE-MONTPELLIER)

(Moyennes de trois ans : 1962-1963-1964 pour seize provenances)

Groupes de précocité	Précocité Nombre de jours de la levée à la récolte au stade début grain pâteux	Rendement total en vert t/ha	Participation dans le rendement total en vert des			Rendement total en mat. sèche t/ha	Participation dans le rendement total en matière sèche des		
			Feuilles	Tiges	Epis		Feuilles	Tiges	Epis
Groupe demi-précoce .	95-104	100 = 39,0	21,3	58,5	20,2	100 = 12,6	20,5	49,0	30,5
Groupe demi-tardif et tardif	105-114 > 114	122,3 = 47,7	20,0	63,8	16,2	129,1 = 16,3	20,6	53,3	26,1

Groupes de précocité	Feuilles		Tiges			Teneur en sucres % de la matière sèche des tiges
	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur (cm)	Nombre par plante	Diamètre (mm)	
Groupe demi-précoce .	100 = 50,2	100 = 2,81	100 = 202	100 = 11,84	100 = 5,88	100 = 5,7 %
Groupe demi-tardif et tardif	119,3 = 59,9	122,0 = 3,43	125,2 = 253	55,7 = 6,60	122,7 = 7,22	165,7 = 9,5 %

Fig. 9

VARIATIONS DES TEMPERATURES MOYENNES DES MOIS D'ETE
JUN-JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE DE 1958 A 1965
DOMAINE EXPERIMENTAL DU MERLE (Bouches-du-Rhône)

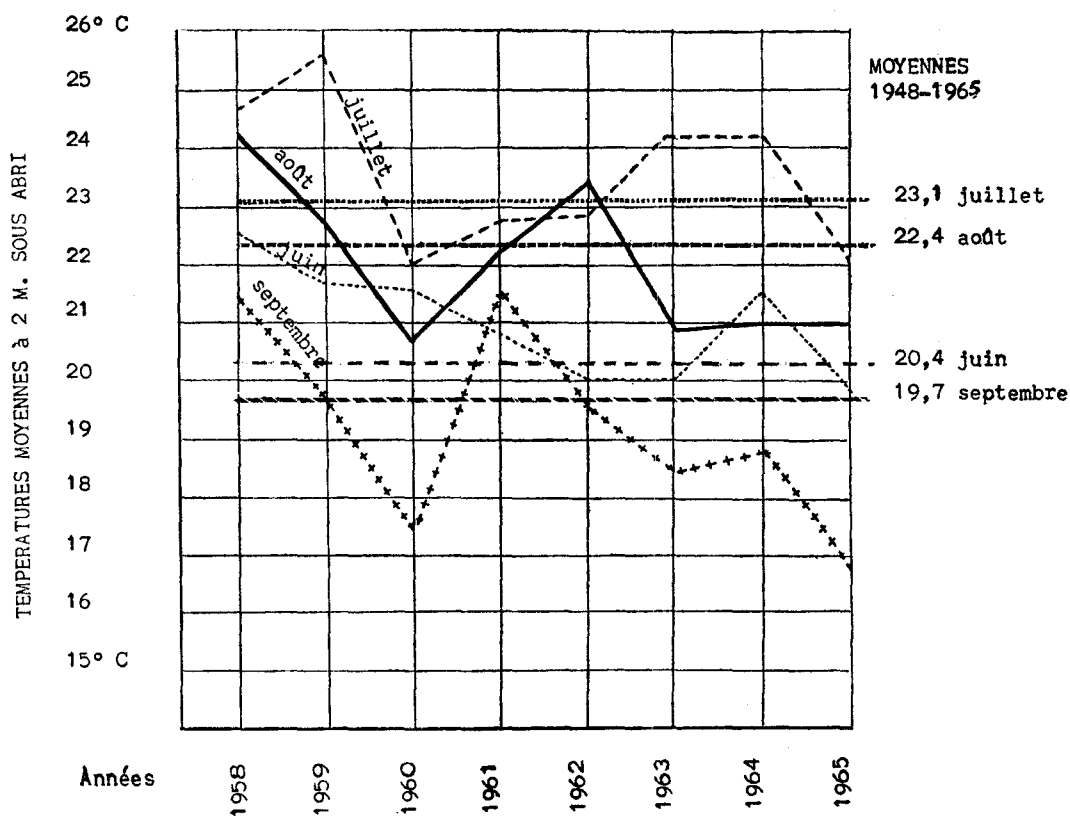


Fig. 10

VARIATIONS DES PRECIPITATIONS AU COURS DES MOIS D'ETE
 JUIN-JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE DE 1958 A 1965
 (DOMAINE EXPERIMENTAL DU MERLE)

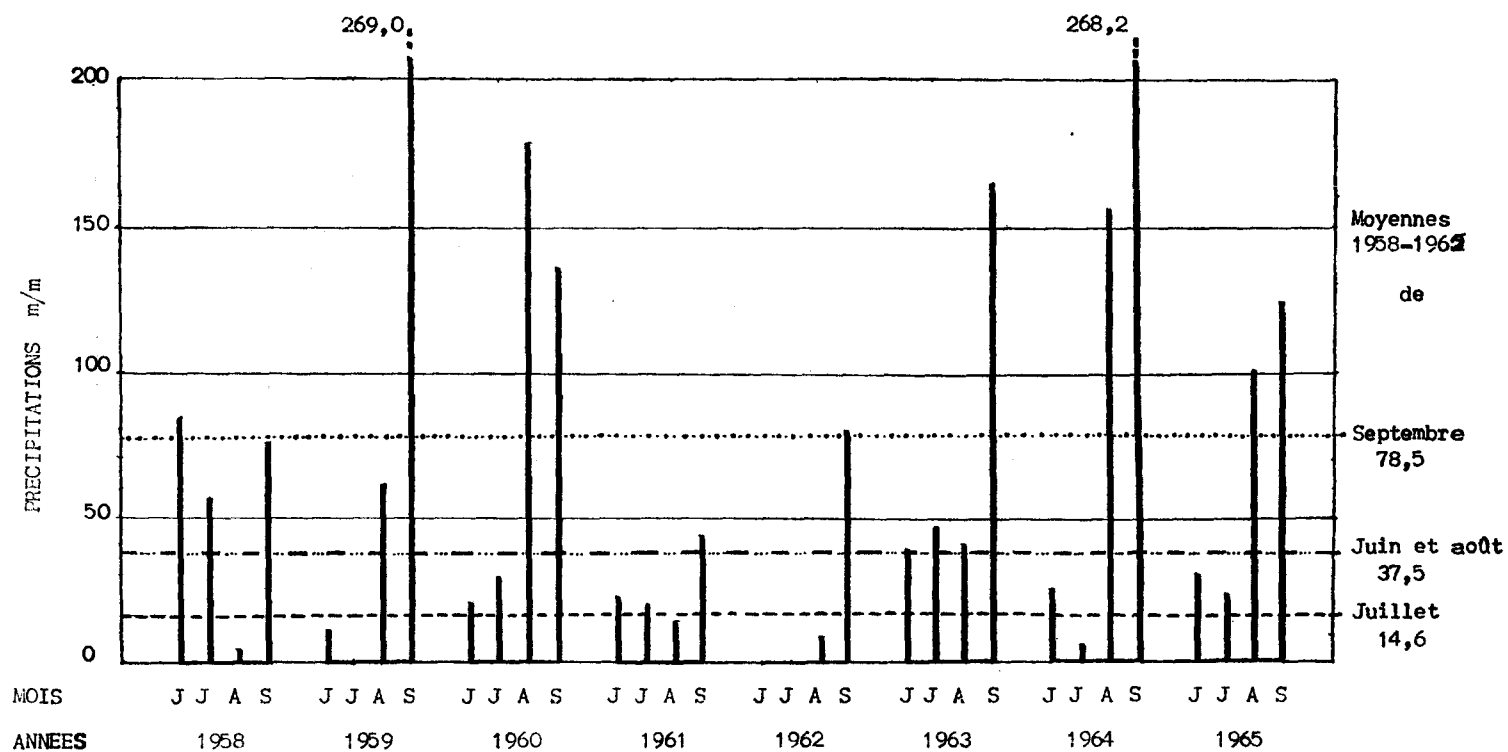


TABLEAU XXV

TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS DES MOIS DE JUIN A SEPTEMBRE

DE 1958 A 1965

DOMAINE EXPERIMENTAL DU MERLE (Bouches-du-Rhône)

Températures °C		1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	Moyennes 1948-1962
JUIN										
Moyenne des températures :	Maxima	27,6	26,8	27,3	26,9	26,1	26,0	27,4	25,7	26,1
	Minima	17,4	16,4	15,7	14,7	13,9	14,0	15,3	13,7	14,7
	Moyennes	22,5	21,6	21,5	20,8	20,0	20,0	21,3	19,7	20,4
JUILLET										
Moyenne des températures :	Maxima	29,9	31,6	27,3	28,3	28,9	30,7	31,7	27,4	29,1
	Minima	19,4	19,4	16,6	17,0	16,6	17,5	16,6	15,8	17,0
	Moyennes	24,7	25,5	22,0	22,7	22,8	24,1	24,1	21,6	23,1
AOÛT										
Moyenne des températures :	Maxima	29,9	28,3	26,3	28,8	29,9	26,8	29,6	27,3	28,3
	Minima	18,5	17,1	14,9	15,7	16,9	15,0	12,4	14,7	16,4
	Moyennes	24,2	22,7	20,6	22,3	23,4	20,9	21,0	21,0	22,4
SEPTEMBRE										
Moyenne des températures :	Maxima	27,2	24,4	22,9	27,6	25,0	23,4	24,5	22,2	25,3
	Minima	15,4	15,1	12,1	15,4	14,1	13,4	13,1	11,0	14,1
	Moyennes	21,3	19,7	17,5	21,5	19,6	18,4	18,8	16,6	19,7
Précipitations (mm)	Juin	83,0	11,0	21,2	22,3	0,0	39,0	25,5	30,3	37,3
	Juillet ...	56,0	0,0	29,0	20,5	0,0	47,5	04,5	23,4	14,6
	Août	03,0	62,0	178,3	12,5	08,0	41,0	155,5	101,0	37,3
	Septembre	76,0	269,0	133,7	43,0	81,6	165,3	268,2	124,5	78,5

TABLEAU XXVI

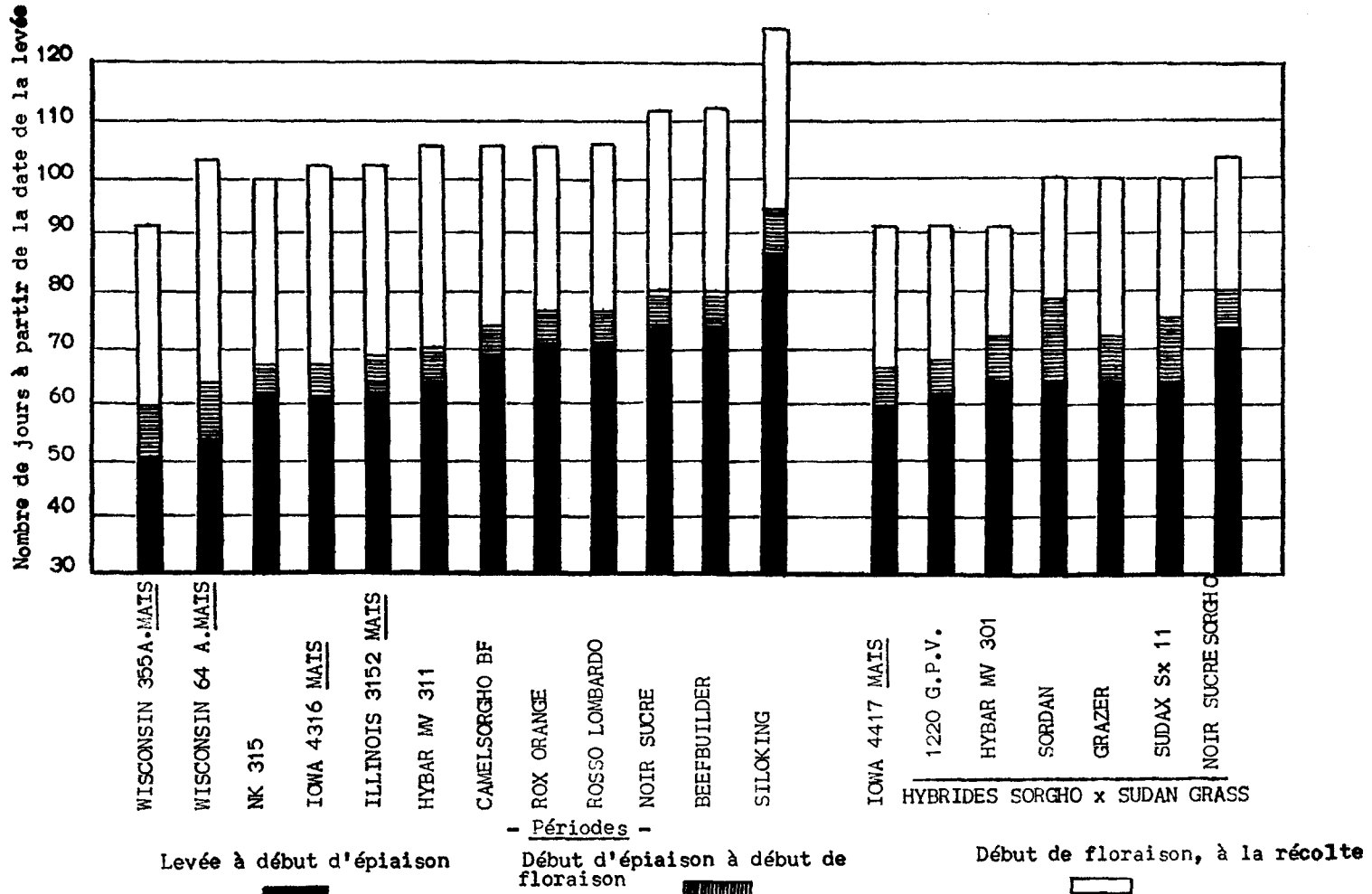
PRECOCITE (*), HAUTEUR DES PLANTES ET TENEUR EN MATIERE SECHE
DES SORGHOS FOURRAGERS, SUDAN, SWEET-SUDAN ET HYBRIDES SORGHO X SUDAN
EN 1963, 1964, 1965
(DOMAINE EXPERIMENTAL DU MERLE)

Variétés	1963			1964			1965		
	Précocité (jours)	Haut. cm	Mat. sèche %	Précocité (jours)	Haut. cm	Mat. sèche %	Précocité (jours)	Haut. cm	Mat. sèche %
<i>Sorghos fourragers :</i>									
Noir Sucré	89	276	25,3	89	245	32,5	112	303	34,2
Gaoljan	89	230	30,7	72	177	35,1	—	—	—
NK 300	112	196	26,3	87	166	25,6	—	—	—
Crop Guard	112	298	26,5	105	216	23,5	—	—	—
NK 315	114	260	27,4	—	—	—	100	174	28,3
Rox Orange	113	264	28,3	88	172	23,9	106	214	27,1
RS 301 F	116	250	28,4	93	198	27,3	—	—	—
NK 330	116	216	25,9	105	170	23,4	—	—	—
Rosso Lombardo ..	116	234	24,6	87	181	22,4	106	214	28,1
Beefbuilder	—	—	—	88	198	24,1	112	267	31,1
Camelsorgo BF ..	—	—	—	100	194	25,9	106	218	28,0
Siloking	—	—	—	116	224	31,8	124	277	29,8
<i>Témoins Maïs :</i>									
I.N.R.A. 321	92	230	25,0	95	186	37,0	—	—	—
I.N.R.A. 640	117	230	33,0	105	193	29,9	—	—	—
W 355 A	—	—	—	105	166	36,1	91	209	28,6
W 464 A	—	—	—	105	177	33,9	102	216	30,4
Iowa 4316	—	—	—	105	166	30,3	102	213	31,4
Illinois 3152	—	—	—	105	165	27,7	102	222	29,5
<i>Hybrides Sorgho X Sudan :</i>									
Sordan	112	278	24,0	88	195	23,6	100	290	27,8
Sudax Sx 11	116	270	28,7	86	211	28,1	100	270	21,8
Grazer	—	—	—	85	205	26,2	100	285	26,7
Hybar MV 301 ..	—	—	—	81	199	26,2	91	310	27,7
<i>Sudan, Sweet-Sudan :</i>									
Sudan commun ..	88	184	29,3	—	—	—	Pas d'essais de récolte au stade pâteux du grain, pour les Sudan en 1965.		
Piper	112	226	31,2	80	171	31,2			
Trudan 1	112	256	28,3	80	175	32,5			
Sweet-Sudan	91	185	21,0	80	185	31,3			
Sorghum alnum ..	112	286	29,7	78	190	30,0			

(*) Précocité exprimée en jours, de la levée à la récolte effectuée au stade « début pâteux du grain », pour l'ensilage.

Fig. 11

PRECOCITE DE DEBUT D'ÉPIAISON, DE DEBUT FLORAISON, ET DE RECOLTE
 (AU STADE DEBUT PATEUX DU GRAIN)
 DE DIVERS SORGHOS, HYBRIDES SORGHOS × SUDAN ET DE MAIS TEMOINS, EN 1965 (ETE FROID)
 (DOMAINE EXPERIMENTAL DU MERLE)



Par ailleurs, avec l'autorisation de l'*Institut Technique des Céréales et des Fourrages* et de la Direction de la *Ferme Expérimentale de la Coopérative Agricole Lauragaise*, nous donnons, dans un autre diagramme, les durées de période levée-épiaison, notées à *Castelnaudary* (Aude) en 1965, en culture sèche, de vingt-neuf variétés de Sudan, Sorgho x Sudan et Sorghos, classées par ordre de tardiveté croissante (fig. 12). Dans cette dernière station, l'évaporation en été est importante du fait des vents, atteignant en moyenne (1948-1962) à l'évaporomètre de PICHE : 139 mm en juin, 179 en juillet, 159 en août et 119 en septembre.

A partir de six collections établies dans les départements du Sud-Ouest de la France, l'*Institut Technique des Céréales et des Fourrages* a pu établir une échelle de précocité des divers types fourragers de Sorgho en se basant sur le stade du début d'épiaison. Cette échelle est représentée graphiquement dans la figure 13.

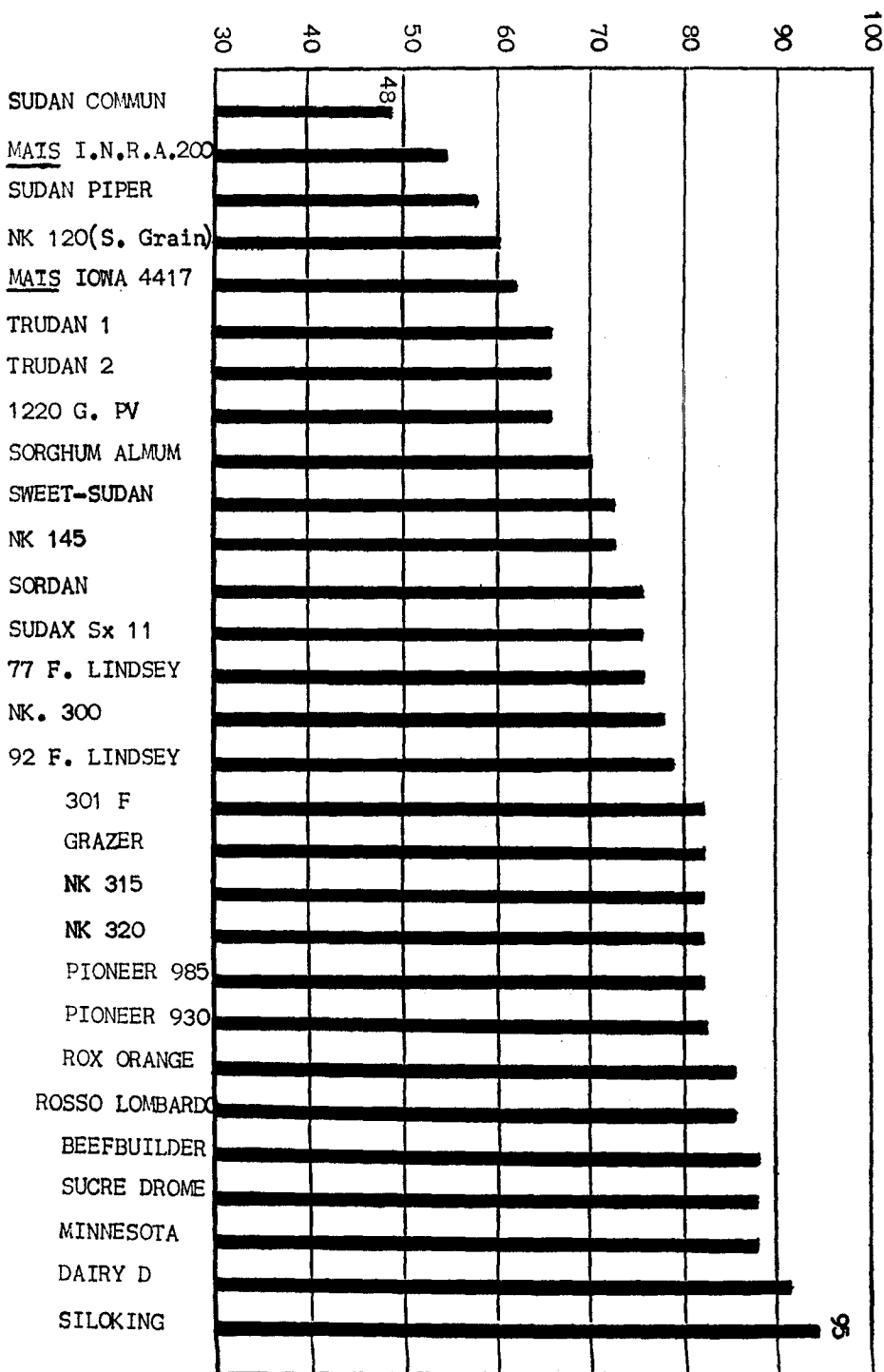
Enfin, à partir des observations du réseau d'expérimentation de ce même organisme, on a pu dresser le diagramme (fig. 15) des diverses durées de période de végétation des différents types de Sorgho fourrager, suivant la latitude du lieu d'observation (douze départements) (fig. 14).

Dans le diagramme (fig. 15) nous avons comparé le Sudan-grass commun, l'hybride Sorgho x Sudan : Sudax Sx 11 et le Sorgho fourrager traditionnel Rosso Lombardo. Pour ce dernier la date de début d'épiaison qui se situe vers le 16 août dans le Tarn-et-Garonne et les Landes, se trouve reportée à deux mois plus tard exactement dans le Calvados. En Haute-Marne, les plantes ne parviennent même pas à épier. Par contre, pour le Sudan-grass commun, la différence de date de début d'épiaison n'est que d'un mois entre le Tarn-et-Garonne et le Calvados ; l'épiaison débute en Haute-Marne quelque six jours après le Calvados.

L'hybride Sorgho x Sudan Sudax Sx 11 occupe une position intermédiaire par rapport au Sudan commun et au Sorgho Rosso Lombardo.

La connaissance de la précocité des types de Sorghos fourragers a donc une importance capitale pour la réussite des cultures, surtout à mesure qu'on s'éloigne des départements situés les plus au Sud de la France.

Nombre de jours de la levée au début de l'épiaison

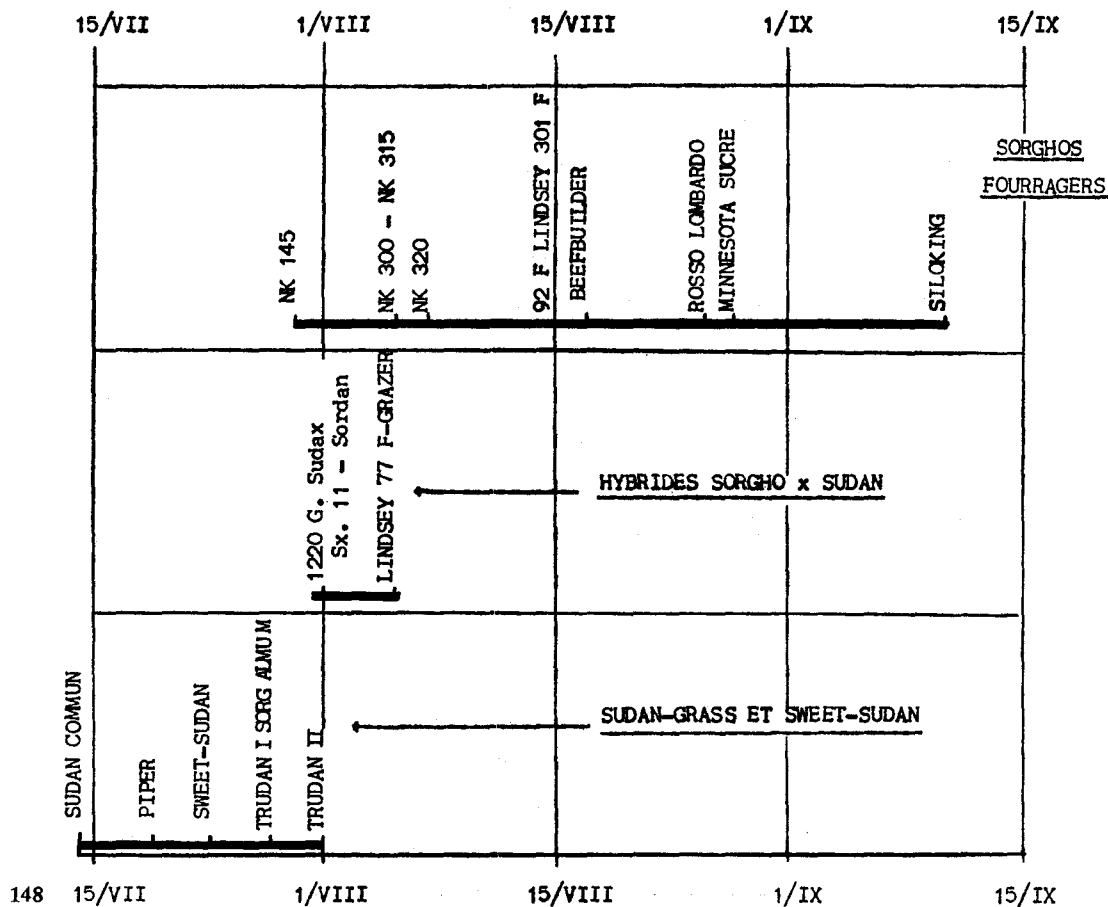


PRECOCITE, EN NOMBRE DE JOURS, DE LA LEVEE A L'ÉPIAISON,
 DES VARIETES DE SORGHOS FOURRAGERS, SUDAN-GRASS, SWEET-SUDAN ET HYBRIDES SORGHO × SUDAN
 EN 1965
 FERME EXPERIMENTALE DE LA CAL., A LOUDES-CASTELNAUDARY (AUDE)

Fig. 12

Fig. 13

ECHELLE DE PRECOCITE D'EPIAISON DES PRINCIPAUX
SORGHOS FOURRAGERS, EN 1965
ETABLIE A PARTIR DE SIX COLLECTIONS DANS LE SUD-OUEST
DE LA FRANCE, PAR L'I.T.C.F.



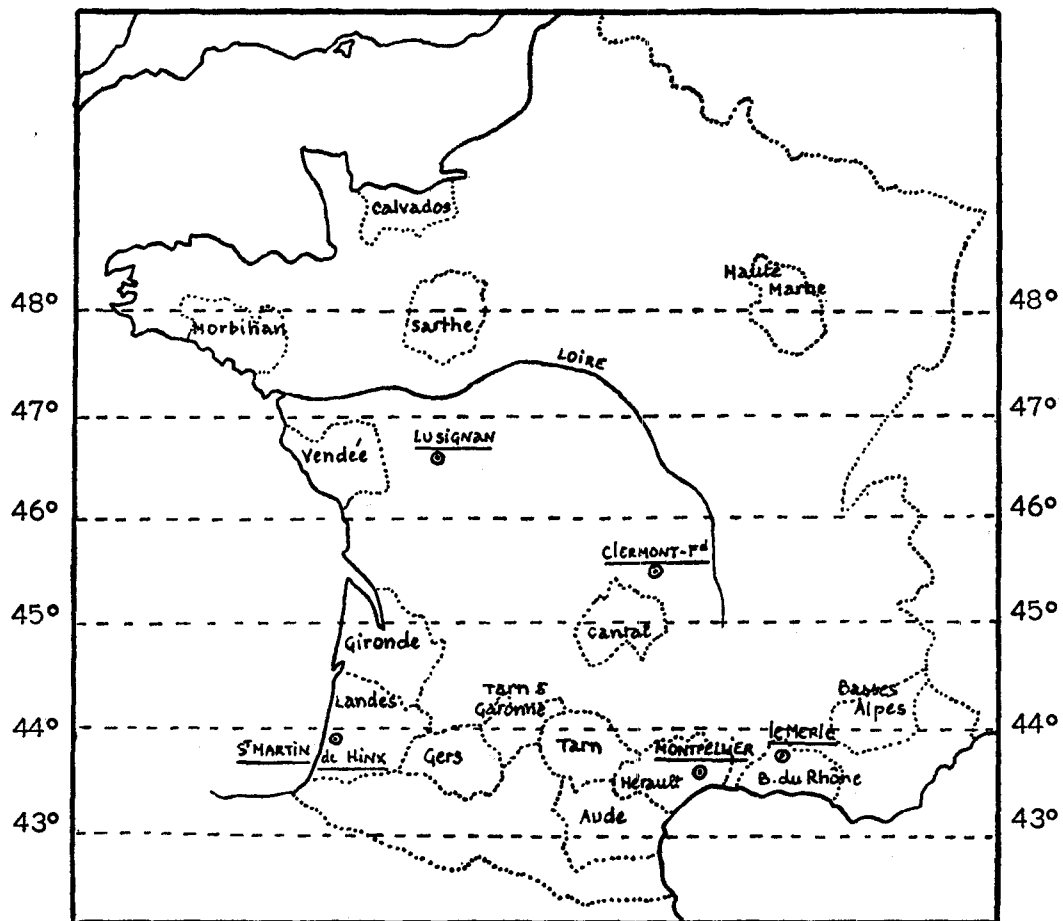


Fig. 14

INSTITUT TECHNIQUE DES CEREALES ET DES FOURRAGES

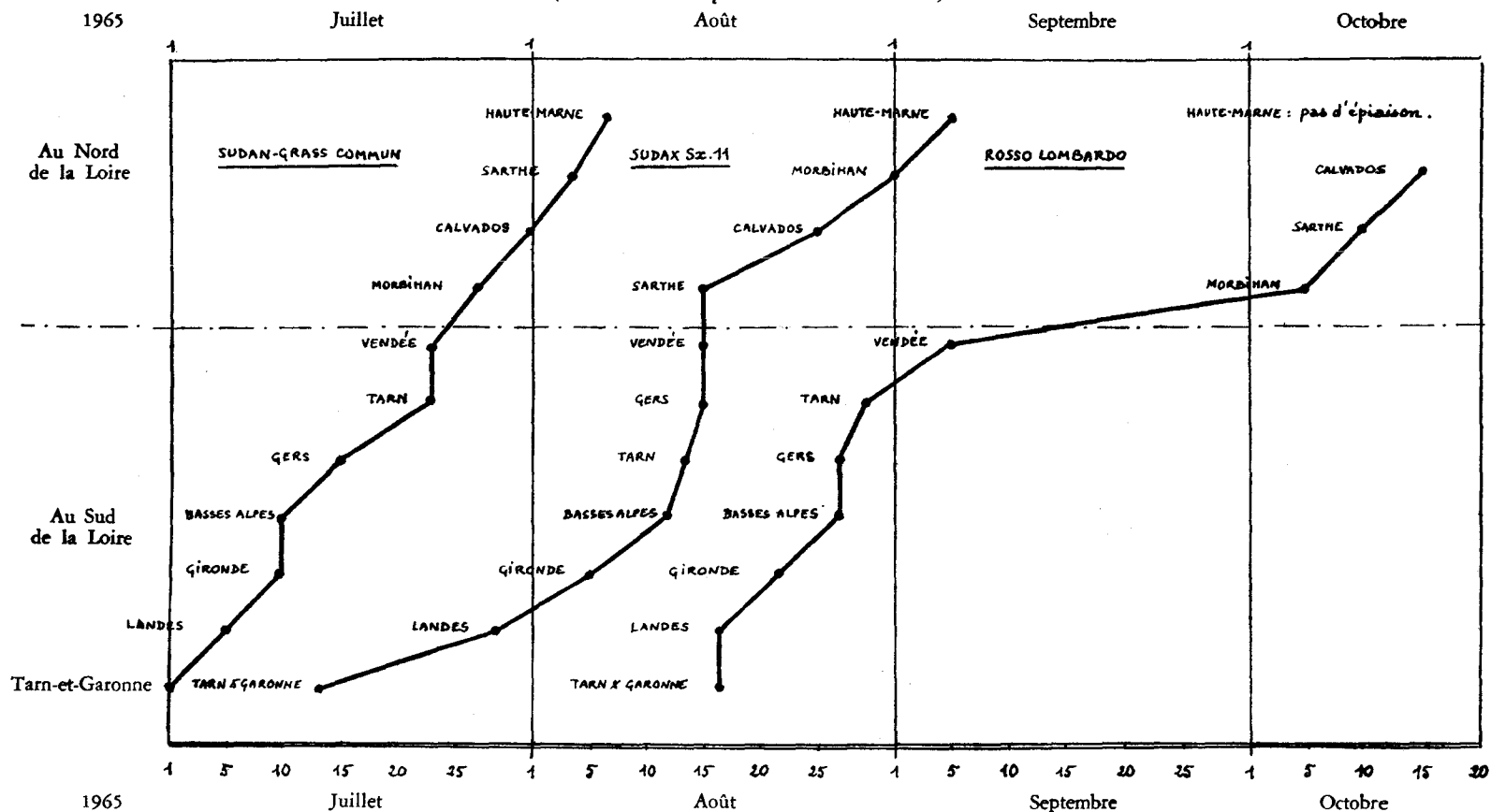
..... Réseau d'expérimentation sur les Sorghos fourragers en 1965.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

⊙ Stations de recherches sur les fourrages, au Sud de la Loire.

Fig. 15

COMPARAISON ENTRE LES DATES DE DEBUT D'ÉPIAISON DU *SUDAN-GRASS COMMUN*,
DE L'HYBRIDE *SORGHO × SUDAN SUDAX Sx.11* ET DU *SORGHO FOURRAGER ROSSO LOMBARDO*,
DANS DIVERS DÉPARTEMENTS FRANÇAIS, EN 1965,
(Documents Expérimentation I.T.C.F.)



LES SUCRES DES TIGES.

Suivant les types de Sorgho ou la variété, les tiges peuvent être juteuses ou non lorsqu'on les soumet à la coupe et à la pression, et renfermer dans leurs tissus parenchymateux des quantités plus ou moins importantes de sucres.

Même sous nos climats tempérés, certains de ces pays peuvent fournir du sucre en quantités exploitables industriellement. Malheureusement celui-ci est toujours composé en partie de glucose et de lévulose qui sont incristallisables, ce qui s'oppose à une extraction vraiment économique du sucre, à moins de pouvoir effectuer le traitement des cannes fraîches sitôt après la récolte.

L'utilisation du sirop de Sorgho remonte à une très haute antiquité ; de nos jours elle se pratique suivant une échelle industrielle aux Etats-Unis, bien que cette industrie ait considérablement diminué depuis l'engouement provoqué au milieu du siècle dernier par un tel sirop. La culture spéciale pour cette production est également en diminution. Les variétés les plus utilisées étaient : Sucre hâtif du Minnesota, Orange, Sumac, Collier, Gooseneck, Mac Lean, etc...

En France, la culture pour production du Sirop a été préconisée à de nombreuses reprises depuis 1854 (L. de VILMORIN a obtenu à partir du suc une liqueur fermentée, non distillée, pouvant remplacer le cidre ; Dr. TURREL, etc...) ainsi que pour la production d'alcool industriel pendant la guerre 1914-1918 (RUBY J., 1920). Le Dr. DELUCQ, à Vic-Fezensac (Gers) a été un ardent propagandiste du Sorgho sucré vers les années 1940.

Du point de vue de la valeur alimentaire du fourrage de ces Sorghos, ainsi que de sa qualité et de sa conservation, en particulier par l'ensilage, il est utile de connaître les différences de teneurs en sucres entre les variétés, ainsi que la nature et l'évolution de ceux-ci au cours de la végétation.

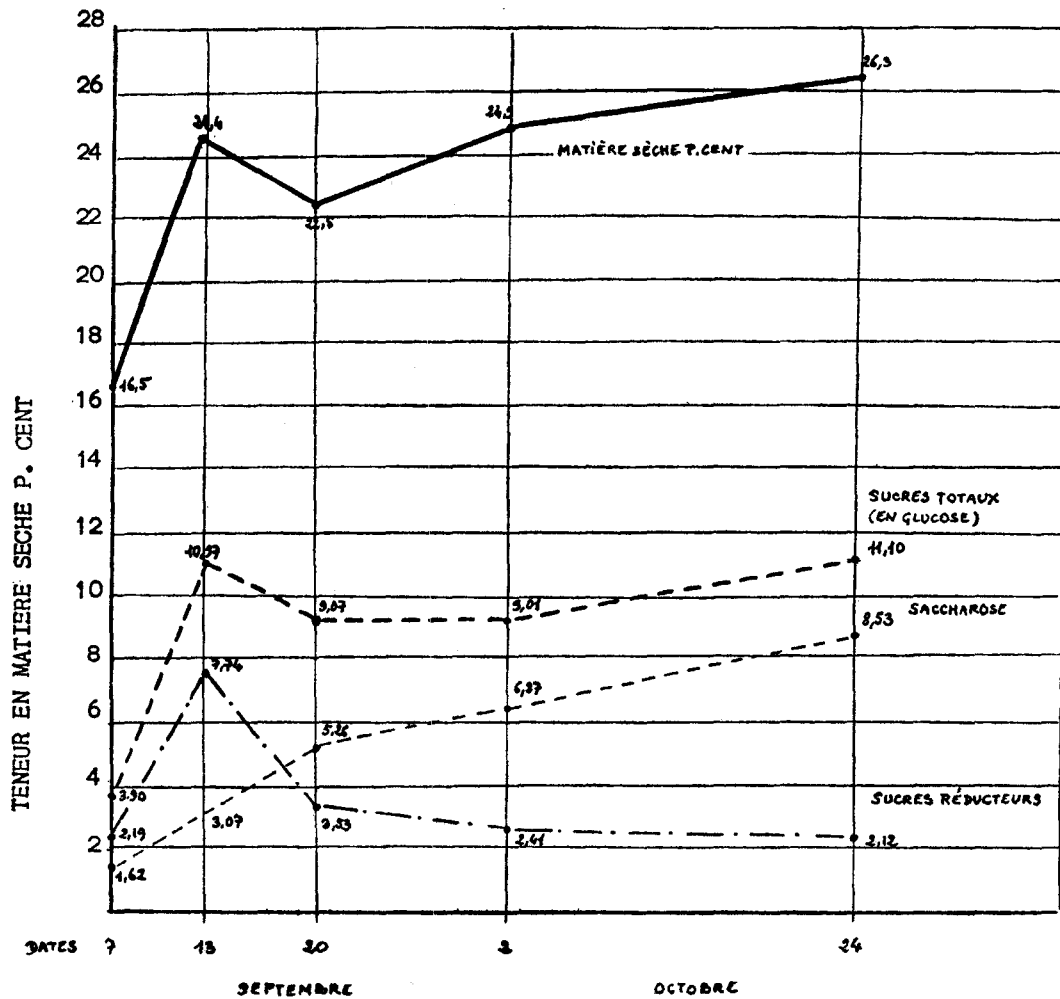
LOLLIER (cité dans PIEDALLU, 1923) aux Etats-Unis, a suivi le développement de la teneur en sucres au fur et à mesure de la maturité des plantes, et indiqué les chiffres suivants (tableau XXVII).

SEMICHON (1920) a également suivi dans le Midi de la France l'évolution des sucres au cours de la maturation du Sorgho (fig. 16).

La quantité de sucres totaux ne dépend pas seulement des variétés (surtout à cause des différences entre les durées des cycles de végétation) mais aussi de l'humidité du milieu — qui d'ailleurs agit également sur ce cycle.

Fig. 16

EVOLUTION DES SUCRES AU COURS DE LA MATURATION
DU SORGHO SUCRE MINNESOTA
(d'après les chiffres de SEMICHON L., 1921)



Les pourcentages les plus élevés ont été enregistrés dans les zones sèches, sur les variétés les plus précoces (de MARZI, 1939, en Italie).

Le saccharose est toujours le sucre prédominant. Les valeurs les plus élevées constatées au saccharopolarimètre (BRIX) se rencontrent au niveau des sixième et septième entrenœuds à partir de la base des plantes.

Selon PARISI E. et EMILIANI E. (1936), chez la variété Rosso Lombardo, à un titre de 18,75 Brix du sixième entrenœud, correspondent 16,5 % de sucre inverti total. Le saccharose est représenté par 12,35 % le glucose par 2,29, le fructose par 1,21.

Des observations effectuées sur une collection de types de Sorgho cultivés à l'irrigation au Domaine de *Lavalette-Montpellier*, au stade début pâteux du grain, enregistrées pendant trois ans, montrent des différences sensibles de teneurs en sucres. Celles-ci, dans l'ensemble, paraissent un peu plus élevées chez les variétés demi-tardives et surtout les tardives, que chez les types les plus précoces. Parmi les Sweet-Sudan, certaines provenances présentent des teneurs en sucres d'un niveau comparable à celle des Sorghos sucrés (tableau XXVIII).

Des recherches effectuées par VENTRE E.K. et BYALL S. (1948), il résulte que (pour des moyennes portant sur trente-quatre variétés de Sorghos) :

— La teneur en saccharose va en augmentant avec la maturité (ce qui confirme les données de LOLLIER précédemment rapportées).

— Au stade du grain laiteux, chez seulement trois variétés sur trente-quatre, la teneur en dextrose est supérieure à celle du lévulose.

— Le lévulose disparaît chez quatre variétés lors de la maturité complète du grain, chez une variété au stade pâteux du grain, chez une variété également au stade laiteux du grain.

Sur dix-huit variétés, de type de végétation voisin, ces auteurs ont observé que, au cours des deuxième et troisième stades de la maturité, l'accroissement de la teneur totale en sucres dans la plante est double de celui constaté entre le premier et le deuxième stade. La quantité moyenne de saccharose dans le jus des plantes à la maturité dépasse celle qui aurait pu se former du fait de la diminution moyenne de la teneur en sucre inverti.

Enfin, la teneur moyenne en dextrose des jus, aux trois stades de la maturité, dépasse la teneur en lévulose d'environ 1 %.

TABLEAU XXVII

Stade du développement	Saccharose	Sucre investi
Début d'apparition de la panicule	1,76	4,29
Panicule entièrement sortie	3,51	4,50
Pleine floraison	5,13	4,15
Grain laiteux	7,38	3,86
Grain début pâteux	8,95	3,19
Grain pâteux	10,66	2,35
Grain dur	11,69	1,81

TABLEAU XXVIII

TENEURS EN SUCRES, AU REFRACTOMETRE,
DETERMINEES AU STADE « DEBUT PATEUX » DU GRAIN (*)

	Sorghos Fourragers	Teneur en sucres %	Sudan et Sweet-Sudan	Teneur en sucres %
Pré-cocés	Cane Early Amber	6,1	Sweet-Sudan (G.N.I.S. 4235) .	3,8
	Gaoljan	6,3	Menu Sudan Commun (Genest 1962)	4,2
Demi-précoces	NK 315	5,4	Sudan Grass Roxo	4,2
	Hybar MV 301 (Hybride Sorgho × Sudan)	5,6	Sudan Piper (Genest 1962) ..	4,6
	Noir Sucré Drome	5,8	Sudan Grass (G.N.I.S. 35) ..	5,4
	Noir Sucré Ecole	6,5	Sudan Piper (Elvas)	8,5
	4441 SD Rancher	6,8	Sudan Grass 8022	9,2
	4442 SD 39-30	8,3		
Demi-tardifs et tardifs	Amber	10,4	Sweet-Sudan (G.N.I.S. 21) ..	4,0
	4440 SD 252 F	10,4	Sorghum Sudanense (F.A.O.) .	6,6
			Sorghum Vulgare Giza 3	6,6
			Saturno	8,1
			Satiro	9,1
			Texas 1903	10,2
Demi-tardifs	Nero PB Bari	7,4	Aegyptian Wheat	10,5
	Hybride 301 FRS	8,2	Augusto	11,7
	Sudax Sx 11 (Hybride Sorgho × Sudan)	9,8	Texas 1901	12,2
	S 11 A Milan	9,9		
	Rosso Lombardo	12,0		
	Ellis	12,5		
Tardifs	Rox Orange	13,1		
	Craighall Cane Sorghum	13,2		
	Hybar MV 311 (Hybride Sorgho × Sudan)	7,6		
	Texas 1910	9,6		
	NK 330	11,1		
Sumac	11,5			
Axtell	11,6			
Orange Nero	12,0			
Honey	13,7			

(*) Moyenne de trois années : 1962-1963-1964.
au domaine de Lavalette-Montpellier.

MALADIES ET PARASITES DES SORGHOS FOURRAGERS

Maladies.

Etant donné la faible superficie occupée encore actuellement en France par la culture fourragère des Sorghos, on n'a qu'assez peu de références relatives à l'occurrence : fréquence et importance relatives des diverses maladies de ces Sorghos.

Cependant, d'après les observations déjà réalisées chez nous et à la lumière de celles effectuées dans divers pays à climats voisins du nôtre, on peut s'attendre, à la suite de l'extension en cours des cultures de Sorgho grain et de Sorgho fourrage, au développement de certaines *maladies cryptogamiques*, en particulier soit dans les régions les plus méridionales de notre pays, à l'irrigation, soit dans celles où les Sorghos rencontrent des difficultés d'établissement et de croissance par insuffisance de température en début de leur végétation, soit encore au cours d'étés où les conditions climatiques présentent ou des excès ou des insuffisances : humidité, sécheresse, chaleur, froid, par rapport aux conditions normales.

Maladies des racines.

Les plus sérieuses sont :

Periconia circinata (Mangin) Sacc. Milo disease : Maladies des Milo
et *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Pink rot : Racine rose.

Periconia circinata (Mangin) Sacc. a été déjà constatée depuis longtemps en France sur les racines du Blé. On la trouve aux Etats-Unis, surtout sur les racines des Milo et leurs dérivés. Cette maladie s'y est propagée surtout depuis les années de sécheresse vers 1930. Des lignées résistantes ont été sélectionnées, par exemple dans le Sorgho fourrager Sumac. Les pertes causées à une variété sensible, en sol infesté peuvent s'élever jusqu'à 50 à 60 % de la récolte.

Maladies des tiges et des feuilles.

Les plus importantes sont :

Colletotrichum graminicola (Cesati) G.W. Wilson,
Macrophomina phaeoli (Maublanc) Ashby,
Fusarium moniliforme Sheldon,
Corticium rolfsii Curzi,
Corticium solani (Prill. et Delacr.) Bourd. et Galz.

Colletotrichum graminicola (Cesati) G.W. Wilson ou Red Stalk rot, ou Leaf spot, red leaf spot : Pourriture rouge de la tige, tache rouge de la feuille, ou encore anthracnose.

C'est une maladie des régions chaudes et humides, fréquente sur les Sorghos sucrés et à balais, plus que sur les Sorghos grain. A la suite de fortes attaques de *Colletotrichum*, la teneur en sucres des tiges est fortement diminuée, les dommages les plus graves se constatent environ un mois avant la maturité. Les tiges versent et se cassent. En 1956, dans le Nouveau-Mexique, on a attribué à cette maladie la perte presque totale de Sorghos à balais.

BURTON (1959) dans le Gulf Coastal area de Georgie (U.S.A.) a enregistré, à la suite d'une attaque intense sur Sudan-grass, une forte diminution de la digestibilité du fourrage : pour 10 % de la surface des feuilles atteintes, il y a une destruction de 9 % du total des protéines, et une augmentation de 20 % de la lignine.

Les manifestations de la maladie sont en résumé les suivantes : à tous les stades de la végétation, depuis la plantule, mais surtout vers la maturité, sur les feuilles et les gaines foliaires on constate de petites taches circulaires ou elliptiques d'un diamètre de 5 à 7 mm environ, nettement délimitées. Leur coloration est brun orangé rouge à pourpre noirâtre. Le centre des taches anciennes devient grisâtre ou de teinte jaune paille, avec un liséré rougeâtre, et porte de petits points noirs qui sont les fructifications conidiennes.

Le contrôle de la maladie comporte, avant tout, la destruction des résidus des cultures précédentes ; la rotation des cultures, en intercalant des cultures non céréalières, le traitement des semences avec un fongicide ; l'emploi de variétés moins sensibles de Sorghos fourragers, tels Atlas, Planter, Leoti, Colman, Mac Lean.

Macrophomina phasaoli (Maulblanc) Ashby est le Charcoal rot ou charbon du Maïs, fréquent dans nos régions. Encore peu répandu sur le Sorgho, en Europe on le trouve surtout dans les régions à été chaud et dans les cultures à l'irrigation.

Les sclérotés de la maladie peuvent franchir des périodes où les conditions sont défavorables à sa propagation, pour donner lieu à de nouvelles résurgences. La maladie pénètre à partir du sol dans les racines et monte dans

Les Sorghos grain sont assez sensibles à la maladie. Les Sorghos fourragers le sont à un degré moindre, en particulier les types Leoti, Sweet-Sudan, ainsi que les Sudan-grass. Ceux à grosses tiges et très feuillus paraissent les moins sensibles, tels : Atlas, Norkan, Kansas Orange, Sumac.

Contrôle. Il y a lieu de favoriser la vigueur des plantes par augmentation de la matière organique du sol, ainsi que par une bonne fumure azotée. Un traitement des semences avec un fongicide contribue au résultat. On doit établir une rotation convenable des cultures, détruire les débris des récoltes précédentes, éviter les semis en terrains infestés.

Maladies du feuillage.

La principale parmi les nombreuses maladies du feuillage est : *Helminthosporium turcicum* Passerini ou Leaf blight (flétrissure de la feuille).

On la constate en toutes régions, notamment en Europe : Italie, Autriche, France... excepté sur les cultures irriguées en zones sèches.

Elle détruit les plantes jeunes et cause des dégâts importants, diminuant fortement parfois la production fourragère. Elle se manifeste surtout en sol mal réchauffé et humide, favorisée par l'humidité de l'air, une persistance de la rosée sur les plantes... Sur les plantules, la maladie s'extériorise par des taches petites, pourpres rougeâtre, s'élargissant au point de devenir coalescentes, et d'amener la mort des feuilles. Sur des plantes plus âgées on observe des taches irrégulièrement elliptiques, de coloration jaune brun, le tissu se mortifiant sur 2 à 2,5 cm de large et plusieurs centimètres de long ; les dégâts rappellent par leur aspect ceux dus au froid.

Le contrôle consiste en la destruction des débris des cultures précédentes, la rotation convenable des cultures, le traitement des semences par poudrage avec un composé organo-mercurique.

En général, les Sudan-grass sont plus sensibles à la maladie que les Sorghos. Cependant les Sudan-grass Tift et Piper sont plus résistants. Le Sorgho fourrager Rox Orange paraît assez peu attaqué.

Maladies des épis.

De nombreux champignons s'établissent dans les panicules des Sorghos au cours surtout des périodes chaudes et humides, favorisés par les fortes pluies. Ce sont généralement des saprophytes qui se développent aux dépens

des matières hydrocarbonées en formation dans les grains, lorsqu'ils sont exposés à des conditions d'humidité chaude prolongée. Ce sont des *Oidium*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Gibberella*, *Alternaria*, etc...

D'autres maladies sont propres à l'épi véritablement, ce sont les Charbons, en particulier : *Sphacelotheca Sorghi* (Link.) Clinton ou Charbon couvert du Sorgho.

Ce charbon atteint surtout les Sorghos grain, pouvant causer des pertes élevées. Il est le plus fréquent sur des semis précoces souffrant d'un temps froid, en sol sec, et effectués trop profondément.

Les variétés fourragères de Sorgho paraissent réagir de manière différente aux attaques de la maladie. En Italie (GOIDANICH G. SCARDOV V., 1946) indiquent comme les plus attaquées : Atlas, Orange, Gooseneck, Colman et, au contraire, comme moins sensibles : Honey, Rosso Lombardo.

Le contrôle du charbon couvert se réalise par semis de graines provenant de récoltes non contaminées. Le traitement des semences le plus efficace et le plus économique se réalise par un poudrage à sec des semences avec :

- du carbonate de cuivre, à raison de 1/300 à 1/500 parties de semences,
- du soufre très fin 1/500 à 1/300,
- un composé organo-mercurique 1/500.

Sphacelotheca cruenta (Kühn) Potter ou charbon nu.

Cette maladie a été constatée à peu près dans toutes les parties du monde, notamment en Europe : Allemagne, Italie, etc...

Elle est spécifique des Sorghos, Sudan-grass, Sorgho d'Alep, Sorgho à balais, et divers autres Sorghos, on la rencontre aussi chez des cannes à sucre dérivées de croisement avec le Sorgho d'Alep.

La maladie provoque l'épiaison prématurée (deux semaines avant l'époque normale), la perte du grain, une augmentation du nombre de talles des plantes et leur raccourcissement. La maximum d'infection se produit entre 20 et 25° C, à partir de la semence, dès les premiers stades de la végétation. Le parasite se développe en même temps que la plante hôte et produit ses spores dans les épis charbonnés. Dans certains cas, des infections florales peuvent se réaliser par des spores apportés par l'air.

Il existe des races différentes de ce charbon nu, auxquelles les variétés 158 de Sorgho sont plus ou moins sensibles.

Le contrôle s'effectue de la même manière que précédemment pour le charbon couvert, ou par emploi de Thirame (50 %), de Chloramil (98 %) de Cichlone (50 %) à raison de une partie pour cinq cents de semences.

Il existe un charbon nu du Sorgho d'Alep : *Sphacelotheca holci* Jackson qui peut s'étendre au Sudan-grass, ainsi qu'à des Sorghos.

Maladies bactériennes.

Plusieurs maladies bactériennes sont fréquentes sur les Sorghos, en particulier : *Pseudomonas andropogoni* (E.F. Smith) Stappa Bacterial leaf Stripe (rayure bactérienne de la feuille).

Cette maladie atteint les Sorghos, les Sudan-grass, le Sorgho d'Alep, *Sorghum almum*. L'infection se produit par les stomates, par des ouvertures diverses pratiquées par des blessures, des piqûres d'insectes, etc...

Les bactéries sont disséminées par l'air, la pluie, probablement aussi par les insectes, favorisées par l'humidité et la chaleur. Il est possible que le Sorgho d'Alep puisse en assurer la conservation d'une saison à l'autre.

Les Sorghos fourragers sont plus sensibles que les Sorghos grain, les plus attequés étant les Sumac, Red et Early Amber ; les moins touchés Honey, Black Amber, et les plus résistants sont : Loeti, Sweet et Tift Sudan.

D'autres maladies bactériennes, moins répandues, sont :

— *Manthomonas holcicola* (Elliott.) Starr. et Berkholder (Bacterial leaf streak),

— *Pseudomonas syringae* Van-Ball (Bacterial leaf spot).

Contrôle : destruction des débris des récoltes précédentes et des ressemis, rotation des cultures.

Maladies à virus.

Parmi les maladies à virus des Sorghos citons :

La Mosaïque de la canne à sucre qui attaque de nombreuses graminées, dont la canne à sucre, les Sorghos, Sudan-grass, Pearl Millet, Maïs, Sorgho d'Alep, etc., propagée par divers insectes qui hivernent sur des plantes pérennes.

Contrôle : Destruction des mauvaises herbes, à l'intérieur et aux environs des cultures de Sorghos.

La Mosaique du Maïs (Virus Kunkel).

La Red Stripe : Rayure rouge, attribuée de façon incertaine à un virus qui atteint les Sorghos, Sudan-grass, Sorgho d'Alep, Sorghos à balais, Maïs, Canne à sucre, les Sétaires, la Canne de Provence...

Maladies dues à d'autres causes.

Le Weak neck, littéralement le « cou faible », dû à une cause indéterminée, probablement non-parasitaire. Caractérisée par une cassure sous l'épi penché, cette maladie atteint plutôt les Milo et le Feterita que les Kafirs et les Sorghos fourragers.

Anomalies d'ordre génétique.

Enfin on constate parfois dans les cultures de Sorghos des plantules présentant des déficiences en chlorophylle :

- plantules blanches : albinos (albinisme léthal),
- plantules virescentes, plantules jaunes, des panachures des feuilles, dues à des gènes récessifs.

Des déficiences, excès, déséquilibre des oligo-éléments

peuvent enfin provoquer des taches du feuillage ressemblant à des atteintes de maladies bactériennes ou cryptogamiques. Parmi ces manifestations, l'une d'elles, fréquente, est celle de la chlorose calcaire.

PARASITES ANIMAUX

Certains insectes provoquent des dégâts de quelque importance dans les cultures de Sorghos de nos régions. Ces graminées n'étant pas autochtones, leurs parasites sont des insectes communs à d'autres cultures préexistantes. C'est pourquoi nous n'en donnons qu'un court aperçu. Les plus répandus sont les *Taupins* et les *Sésamies*.

Les *Taupins*, dont la larve est communément désignée par « ver fil de fer », appartiennent à l'espèce *Agriotes*, s'attaquent aux parties souterraines de nombreuses espèces cultivées : pomme de terre, plantes fourragères, etc... On s'oppose à leurs dégâts, soit par des traitements du sol effectués au moment de la préparation hivernale de celui-ci, avec ou bien de l'Aldrine, à raison de 4 kg de matière active à l'hectare, ou du chlordane à 7 kg, ou du lindane à 1,250 kg, ou par traitement peu avant le semis avec du parathion, à raison

de 5 kg de matière active à l'hectare, ou de l'heptachlore à 3 kg, ou de l'Hexachlorohexane technique à 10 kg.

Les *Sésamies* sont des lépidoptères dont les dégâts des chenilles sont bien connus sur les plantes de Maïs ; ces larves sont désignées par « vers de la tige » parce qu'elles creusent des galeries à l'intérieur des chaumes, ce qui provoque l'affaiblissement et la cassure des plantes.

Deux types de sésamies sont justiciables de dégâts aux cultures de Sorghos, dans les mêmes conditions qu'à celles de Maïs, ce sont :

Sesamia cretica Ld., originaire du Proche-Orient, répandue dans tout le Bassin Méditerranéen, dont l'Italie, la Corse, le Sud-Est et le Sud de la France.

Sesamia monagrioides Lef. Répandue dans les cultures du Sud-Ouest de la France. Les mesures destinées à contrôler ces parasites consistent essentiellement en enfouissement profond des tiges après broyage, ou incorporation à du fumier, ou mieux encore en l'incinération de tous les débris des plantes après la récolte.

Prédateurs. Les plus redoutables sont en France les oiseaux et, en particulier les moineaux, responsables parfois de gros dégâts dans les cultures pour le grain. Tous les moyens de lutte doivent être simultanément mis en œuvre pour limiter les déprédations, car aucun procédé de combat ou d'éloignement n'est efficace à lui seul.

Le problème de la protection contre les oiseaux prédateurs a une grande importance pour la production des semences de Sorghos.

Les sélectionneurs s'efforcent de sélectionner actuellement des variétés qui présenteraient moins d'attraction pour les oiseaux. En Floride, par exemple, on a constaté que les variétés Cuban guinea et Leoti red étaient à la fois plus résistantes à la plupart des maladies et aux oiseaux prédateurs. Ces deux types présentent des panicules lâches, étalées, où la prolifération des champignons s'effectue mal par suite de la circulation de l'air, et sur lesquelles les oiseaux ont des difficultés à se percher. De plus, les grains sont protégés par des barbes portées par l'extrémité des glumes.

En République Argentine, la Station expérimentale Manfredi a sélectionné un Sorgho grain : *Manfredi cholila* (« cholila » signifie oiseau), à partir de Brun shantung Kaoliang, résistant au *Sphacelotheca sorghi* et peu attaqué par les oiseaux.