& CHOISIR & DÉCIDER

Sorgho
Variétés et Interventions

ARVALIS
Institut du végétal

ARVALIS – Institut du végétal
Vos interlocuteurs sorgho

Jean-Luc VERDIER : ingénieur ARVALIS - Institut du végétal
Responsable des activités sorgho
6 chemin de la Côte Vieille – 31450 BAZIEGE
Tél. : 05 62 71 79 66 ; Fax : 05 62 71 79 40
e-mail : jl.verdier@arvalis.fr

Sandrine VOLAN
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Désherbage sorgho
21 chemin de Pau – 64121 MONTARDON
Tél. : 05 59 12 67 40
e-mail: s.volan@arvalis.fr

Justine DANEL
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Utilisation et qualité du sorgho
Pouline - 41100 VILLERABLE
Tél. : 02 54 77 78 56
e-mail : j.danel@arvalis.fr

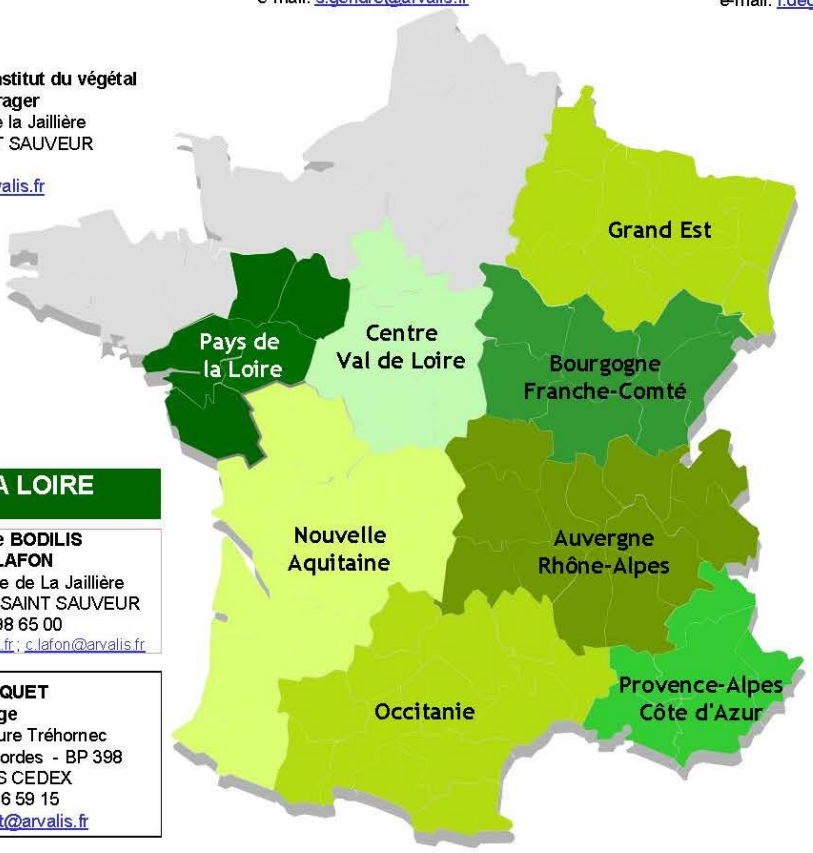
Nathalie MANGEL
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Variétés sorgho
Station Expérimentale – 91720 BOIGNEVILLE
Tél. : 01 64 99 22 66
e-mail : n.mangel@arvalis.fr

Jean-Baptiste THIBORD
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Ravageurs et méthode de lutte sorgho
21 chemin de Pau – 64121 MONTARDON
Tél. : 05 59 12 67 04
e-mail : jb.thibord@arvalis.fr

Sophie GENDRE
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Irrigation sorgho
6 chemin de la Côte Vieille – 31450 BAZIEGE
Tél. : 05 62 71 79 53
e-mail: s.gendre@arvalis.fr

Francesca DEGAN
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Fertilisation sorgho
Station Expérimentale – 91720 BOIGNEVILLE
Tél. : 01 64 99 23 19
e-mail: f.degan@arvalis.fr

Hugues CHAUVEAU
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Utilisation sorgho fourrager
Station Expérimentale de la Jaillière
44370 LA CHAPELLE ST SAUVEUR
Tél. : 02 40 98 64 56
e-mail : h.chauveau@arvalis.fr



GRAND EST

Didier LASSERRE
11 rue Jean Mermoz – BP 38
68127 STE CROIX EN PLAINE
Tél. : 03 67 23 01 31
e-mail: d.lasserre@arvalis.fr

CENTRE VAL DE LOIRE

Manon BOISSIERES
45 Voie Romaine - BP 23
41240 OUZOUER LE MARCHE
Tél 02 54 82 33 10
e-mail: m.boissieres@arvalis.fr

Edouard BARANGER
Domaine Expérimental du Chaumoy
18570 LE SUBDRAY
Tél 02 48 64 58 47
E-mail : e.baranger@arvalis.fr

BOURGOGNE FRANCHE-COMTE

Didier LASSERRE
11 rue Jean Mermoz – BP 38
68127 STE CROIX EN PLAINE
Tél. : 03 67 23 01 31
e-mail: d.lasserre@arvalis.fr

Yves POUSSET
241 Route de Chapulay
69330 PUSIGNAN
Tél 04 72 23 85 27
e-mail : y.pousset@arvalis.fr

PAYS DE LA LOIRE

Anne Monique BODILIS
Charlotte LAFON
Station expérimentale de La Jaillière
44370 LA CHAPELLE SAINT SAUVEUR
Tél. : 02 40 98 65 00
e-mail : am.bodilis@arvalis.fr ; c.lafon@arvalis.fr

Michel MOQUET
Fourrage
Maison de l'Agriculture Tréhornec
Avenue Borgnis Desbordes - BP 398
56009 VANNES CEDEX
Tél. : 02 97 46 59 15
e-mail : e.moquet@arvalis.fr

NOUVELLE AQUITAINE

Romain TSCHEILLER
Céline DRILLAUD
Jean Louis MOYNIER
Domaine expérimental du Magneraud
17700 ST PIERRE D'AMILLY
Tél. : 05 46 07 44 64
e-mail : r.tscheiller@arvalis.fr
c.drillaud@arvalis.fr ; jl.moynier@arvalis.fr

Aude CARRERA
Chambre Régionale d'Agriculture d'Aquitaine
Cité Mondiale - 6 Parvis des Chartrons
33075 BORDEAUX CEDEX
Tél. : 05 57 78 28 27
e-mail : a.carrera@arvalis.fr

OCCITANIE

Jean-Luc VERDIER
Station Inter-Instituts
6 chemin de la Côte Vieille
31450 BAZIÈGE
Tél. : 05 62 71 79 66
e-mail : jl.verdier@arvalis.fr

PACA

Stéphane JÉZÉQUEL
Le Plan – Route de Vinon
04800 GREOUX
Tél. : 04 84 47 03 89
e-mail : s.jezequel@arvalis.fr

AUVERGNE RHONE-ALPES

Yves POUSSET
241 Route de Chapulay
69330 PUSIGNAN
Tél 04 72 23 85 27
e-mail : y.pousset@arvalis.fr

Manon BOISSIERES
45 Voie Romaine - BP 23
41240 OUZOUER LE MARCHE
Tél 02 54 82 33 10
e-mail: m.boissieres@arvalis.fr

Edouard BARANGER
Domaine Expérimental du Chaumoy
18570 LE SUBDRAY
Tél 02 48 64 58 47
E-mail : e.baranger@arvalis.fr

Sommaire

AVANT-PROPOS 2

BILAN DE LA CAMPAGNE SORGHO 2019 3

BILAN CLIMATIQUE 5

LE DISPOSITIF D'EVALUATION DES VARIETES 7

LES SPECIFICITES DE L'ANNEE EN MATIERE D'EVALUATION DES VARIETES DE SORGHO 9

LES VARIETES DE SORGHO GRAIN 10

GROUPE TRES PRECOCE 11

GROUPE PRECOCE ET DEMI PRECOCE 13

GROUPE DEMI TARDIF ET TARDIF 17

SYNTHESE PLURIANNUELLE DES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DES VARIETES DE SORGHO GRAIN, ACTUALISATION A L'ISSUE DE LA POST-INSCRIPTION 2019 22

LES VARIETES DE SORGHO FOURRAGER MONO COUPE 28

SYNTHESE PLURIANNUELLE ACTUALISEE DES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DES VARIETES DE SORGHO FOURRAGER MONOCOUPE 41

LES CONDUITES DE CULTURE 46

Avant-propos

Ce document intitulé « CHOISIR SORGHO » propose :

- Un bilan climatique de la campagne pour aider à la compréhension du comportement des cultures et des variétés.
- Les résultats de comparaison des performances agronomiques des variétés de sorgho grain et fourrager. Les principales caractéristiques utiles au choix des variétés dans différents contextes pédoclimatiques y sont présentées sur la base des expérimentations pluriannuelles conduites par ARVALIS et ses partenaires. Elles argumentent les avis et préconisations d'ARVALIS.
- Le point sur les principaux éléments de l'itinéraire cultural : densité de semis, désherbage, fertilisation et irrigation.

Les résultats des essais variétés de sorgho grain et sorgho ensilage-biomasse sont issus d'un réseau d'expérimentation associant :

- ARVALIS – Institut du Végétal : Stations et équipes du Magneraud, Baziège, Auch, Etoile sur Rhône,
- le GEVES et l'INRA : Stations et équipes d'expérimentation du Magneraud, Auzeville, Montpellier et Lusignan
- PRO-SORGHO (sélectionneurs et représentants de variétés) :
  - BARENBRUG
  - CAUSSADE SEMENCES
  - EURALIS SEMENCES
  - EUROSORGHO
  - R2N – RAGT SEMENCES
  - SEMENCES DE PROVENCE
  - JOUFFRAY DRILLAUD SEMENCES
  - SEMENCES DE FRANCE
- Des agriculteurs qui accueillent les essais sur leurs parcelles

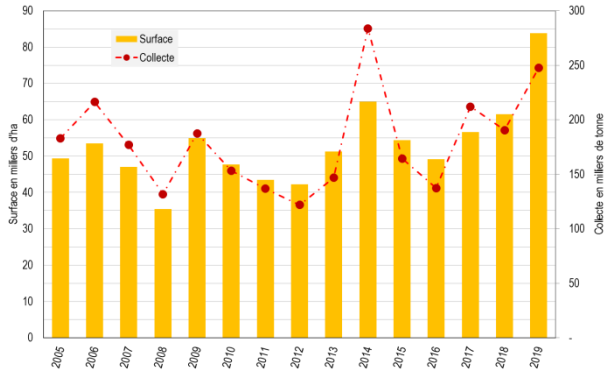
Ont participé à la synthèse des essais et rédaction du Choisir Sorgho 2020 : Nathalie MANGEL, Bruno MARTIN, Jean Luc VERDIER et Sandrine VOLAN avec la contribution de Christophe GRIZEAU, Céline GELOT et Valérie UYTTEWAAL du GEVES.

Bilan de la campagne Sorgho 2019

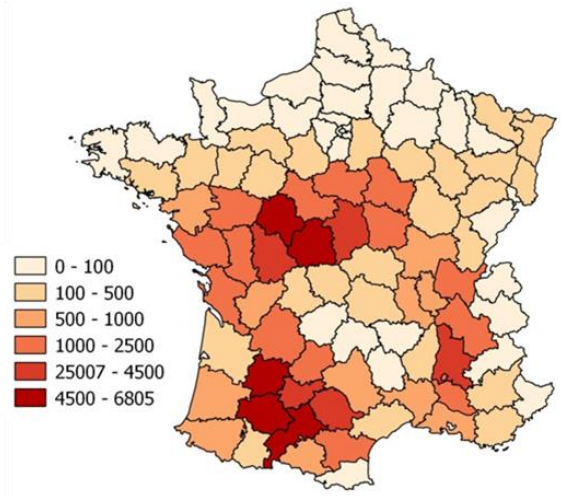
EVOLUTION DES SURFACES ET DE LA PRODUCTION DE SORGHO GRAIN

Selon les dernières prévisions (données provisoires FranceAgriMer), la campagne 2019/20 en sorgho grain est marquée par une forte progression des surfaces, prévues à près de 84 000 ha soit +38% par rapport à la campagne précédente. Ces hausses de surfaces se situent principalement dans les régions Nouvelle Aquitaine et Centre – Val de Loire.

Figure 1 : Evolution des surfaces et de la de sorgho en France (source FranceAgriMer)



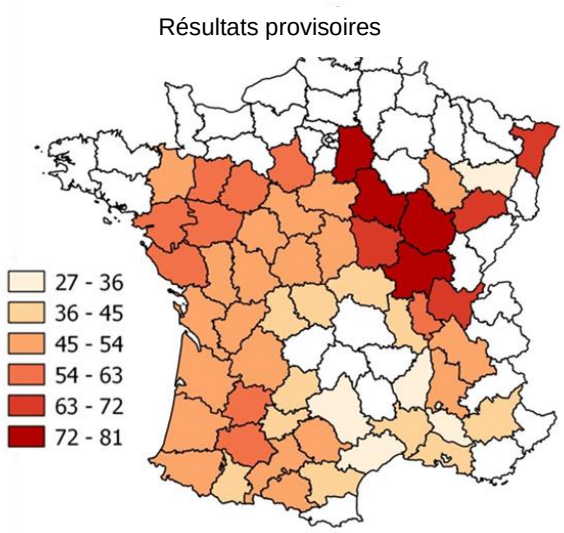
Carte 1 : localisation des surfaces en sorgho en 2019



Estimé à 51.4 qx/ha, le rendement moyen national se situe dans la fourchette basse par rapport aux années précédentes, essentiellement lié aux conditions climatiques peu favorables de l'été 2019, avec des déficits hydriques plus ou moins marqués selon les régions (cf. bilan climatique).

De fait, la collecte est prévue à environ 244 000 T, en augmentation de 28% par rapport à 2018/2019 mais en deçà du record de 2014.

Carte 2 : Rendements 2019 des principaux départements producteurs (source FranceAgriMer)

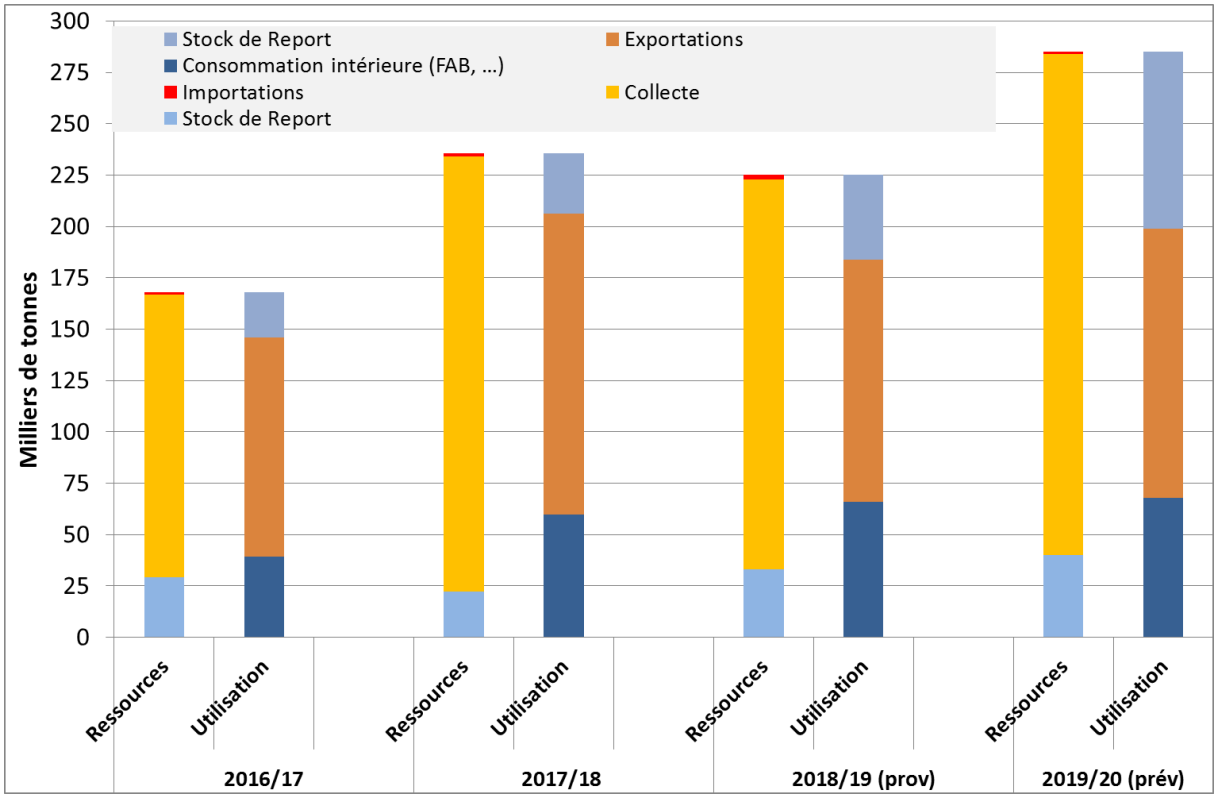


BILAN MARCHE – DEBOUCHE

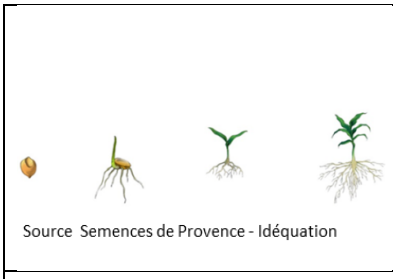
Les exportations intracommunautaires (Espagne, Belgique, Pays-Bas, Italie et Royaume-Uni) représentent toujours une part prépondérante des débouchés de la collecte française (figure 2).

Les prévisions (FranceAgriMer) indiquent une stabilité du débouché intérieur pour la fabrication d'aliments du bétail.

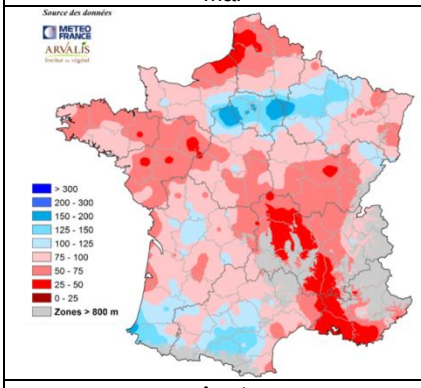
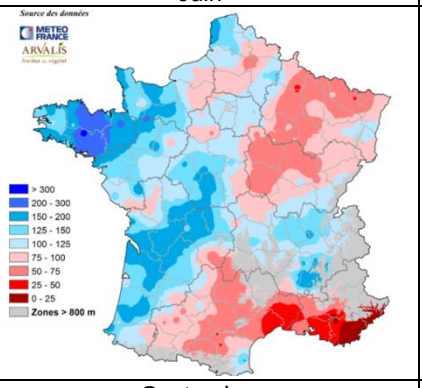
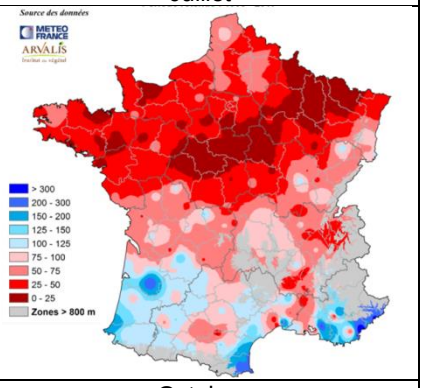
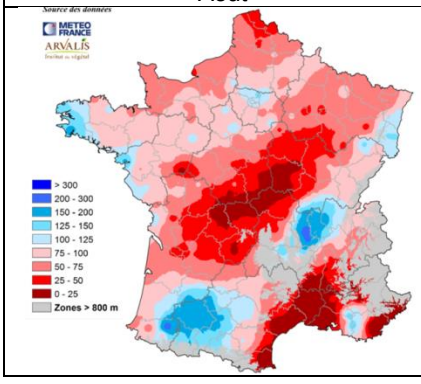
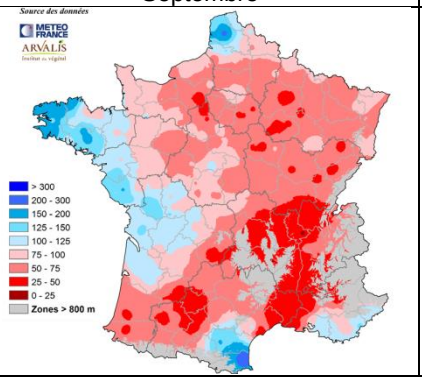
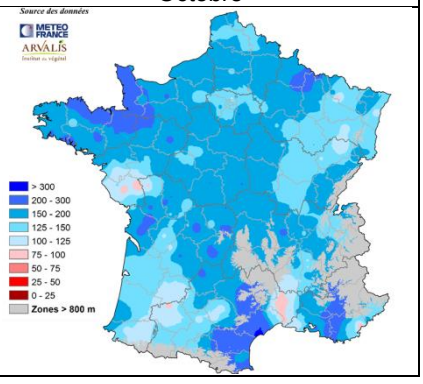
Figure 2 : Evolution du bilan sorgho grain en France (source FranceAgriMer)



Bilan climatique

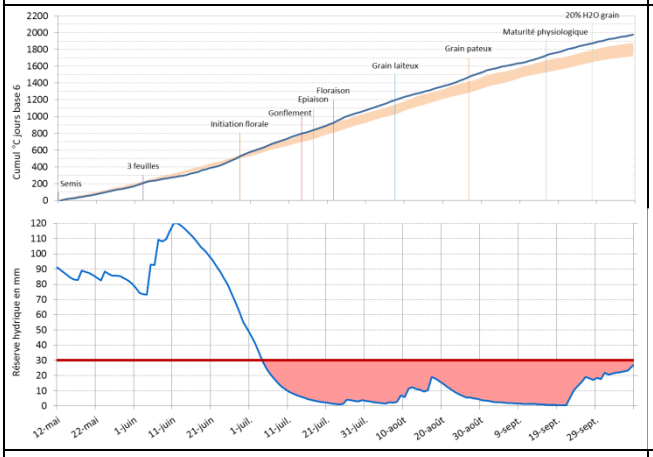
	 Source Semences de Provence - Idéquation		
	Semis à gonflement	**Gonflement à grains laiteux**	**Remplissage - maturité**
CLIMAT	La première partie du cycle cultural est marqué par une alimentation hydrique satisfaisante et des températures inférieures aux normales dans la plupart des régions excepté la vallée du Rhône.	Le déficit hydrique s'accentue à partir de début à mi-juillet sauf le sud de la Nouvelle Aquitaine. Des épisodes caniculaires surviennent fin juin et fin juillet.	La sécheresse persiste jusqu'en début octobre suivi d'une période plus humide en octobre.
PHYSIO.	Les semis se sont étalés entre le 20 avril et fin mai. Les conditions de levée ont été globalement correctes.	L'état des cultures est globalement favorable avec peu de stress hydrique précoce.	Le stress hydrique s'accentue en fin de cycle.
BILAN SANITAIRE	Quelques attaques de ravageurs du sol (taupins, vers gris) sont signalées sur des parcelles non protégés.	En région toulousaine, les attaques d'héliothis et les phénomènes d'avortements (origine parasitaire) ont été moins marqués qu'en 2018.	Les conditions de récolte ont été globalement favorables excepté les plus tardives qui ont pu être perturbées par le retour des pluies en fin octobre.

Cartes 3 : Rapports à la moyenne du cumul mensuel des précipitations

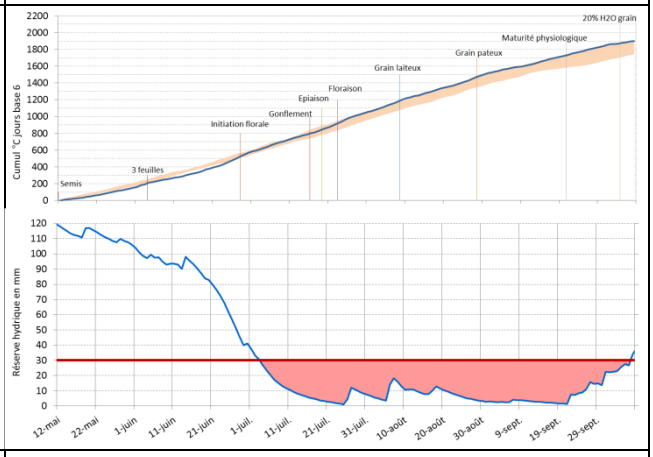
Mai	Juin	Juillet
		
Aout	**Septembre**	**Octobre**
		

Figures 3 : Cumuls de température base6°C et bilan hydrique (semis début mai)

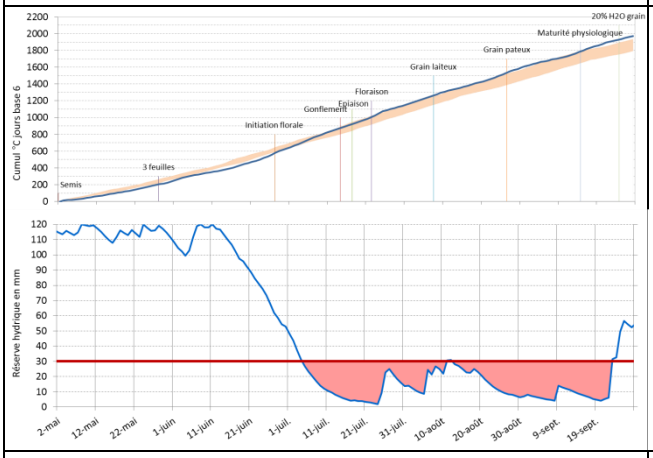
Tours (37)



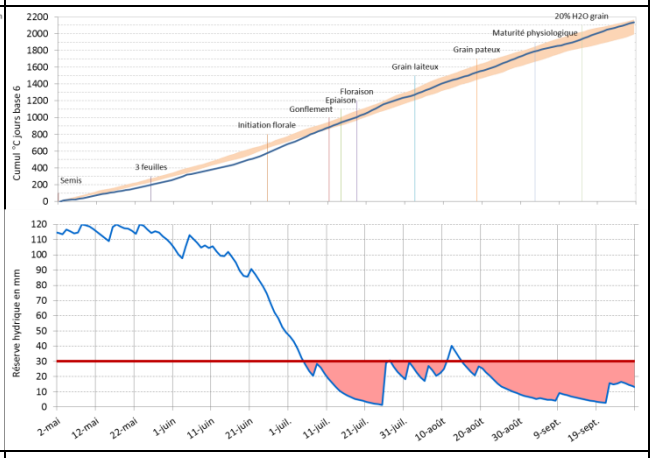
Auxerre (89)



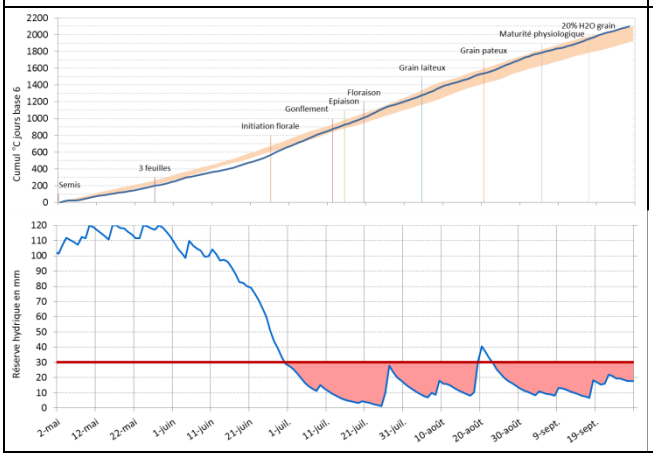
Le Magneraud (17)



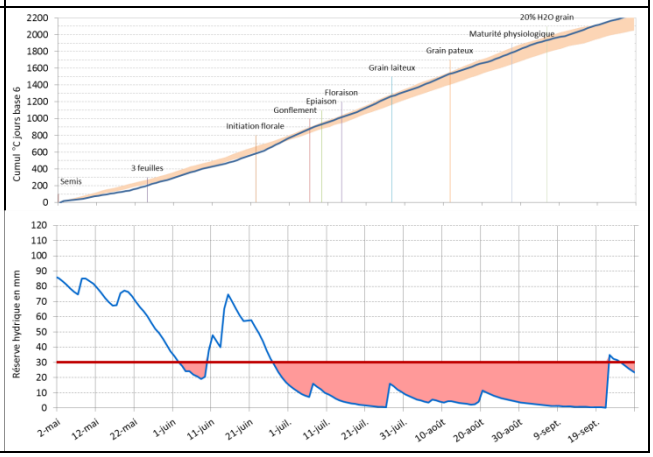
Agen (47)



Montesquieu-Lauragais (31)



Etoile sur Rhône (26)



Le dispositif d'évaluation des variétés

Le réseau de Post-Inscription a pour objectif de caractériser et confirmer la valeur agronomique des nouvelles variétés en comparaison à des variétés de référence reconnues et largement cultivées. Les nouvelles variétés sont expérimentées plusieurs années afin d'apprécier la stabilité de leurs performances. La régularité des rendements sous contraintes hydriques est évaluée à l'aide de réseaux d'essais différenciés en matière de potentiels de rendements et de conduites de culture pour les variétés de sorgho grain des groupes précoce à tardif.

Le réseau d'étude des variétés de sorgho fourrager monocoupe, initié en 2010, est désormais conduit, comme en sorgho grain, dans le cadre d'essais communs entre les épreuves CTPS et de Post-Inscription. Les variétés expérimentées proviennent d'inscriptions au catalogue officiel français, mais accueillent aussi des variétés du catalogue européen faisant l'objet d'intention de développement en France.

LES 3 GROUPES DE PRECOCITE EN SORGHO GRAIN

Les précocités des variétés sont structurées en 3 groupes de précocité, les:

- 1 : très précoces
- 2 : précoces à demi précoces
- 3 : demi tardives à tardives

Les bornes de ces groupes sont définies par des plages de précocité qui encadrent un groupe de variétés témoins. Celles-ci sont composées de 3 variétés représentatives du groupe, une variété du groupe plus précoce et une du groupe plus tardif (s'ils existent). La précocité est évaluée par la précocité à l'épiaison (écart en jours), pour 1/3, et la précocité à la maturité (écart en % d'humidité de la panicule), pour 2/3.

L'appartenance des variétés à un groupe est estimée en référence aux bornes définies par les plages qui encadrent les témoins. Cette méthode a l'intérêt de stabiliser les jugements de précocité effectués sur plusieurs variétés.

LES 2 GROUPES DE PRECOCITE EN SORGHO FOURRAGER MONOCOUPE

Les variétés de sorgho fourrager monocoupe sont expérimentées au sein de 2 groupes de précocité, l'un, dit Groupe 1, regroupe les variétés les plus précoces et de plus petite taille, le second, Groupe 2, évalue les variétés les plus tardives et de plus grand gabarit, constitué de sorgho sucrier, BMR et Biomasse.

Super Sile 20, variété de tardiveté charnière, figure dans les 2 séries pour resituer les précocités, les potentiels de rendement et valeurs énergétiques des variétés des 2 groupes.

Les variétés sont comparées sur le rendement de la plante entière, la précocité à l'épiaison et la récolte (en %MS), la verse, la valeur alimentaire et la vigueur.

UN RESEAU COMMUN D'ESSAIS CTPS ET DE POST-INSCRIPTION

L'évaluation des variétés de sorgho est réalisée au sein d'un réseau commun qui regroupe les épreuves d'inscription (CTPS) et l'étude des variétés en post-inscription.

La réalisation des expérimentations est assurée conjointement par les différents partenaires du réseau :

- INRA – GEVES,
- ARVALIS – Institut du végétal,
- Sélectionneurs ou représentants de variétés de sorgho grain regroupés au sein de l'association PRO SORGHO : BARENBRUG ; CAUSSADE Semences, EURALIS Semences, EUROSORGHO, R2N – RAGT Semences, SEMENCES DE PROVENCE, SEMENCES DE France.

UNE EXPERIMENTATION PAR NIVEAU DE POTENTIEL DE RENDEMENT POUR LES VARIETES DE SORGHO GRAIN

La construction du réseau d'essais vise à couvrir la variabilité des conditions de culture, tant en terme de précocité (se reporter à la répartition des groupes de la carte 10), que de répartition dans les grandes régions de production que de potentiel de rendement. Les essais des variétés précoces à demi-tardives de sorgho grain, qui sont cultivées en cultures irriguées et pluviales, sont répartis a priori en :

- Une série d'essais en conditions optimales de culture assurées par une bonne alimentation hydrique permise par la réserve hydrique du sol et l'irrigation. Les densités de semis et la fertilisation sont ajustées aux potentiels élevés de ces situations.
- Une série d'essais en conditions limitantes de disponibilité en eau, avec un ajustement des densités de semis, peuplements plus faibles, et une fertilisation azotée plus limitante.

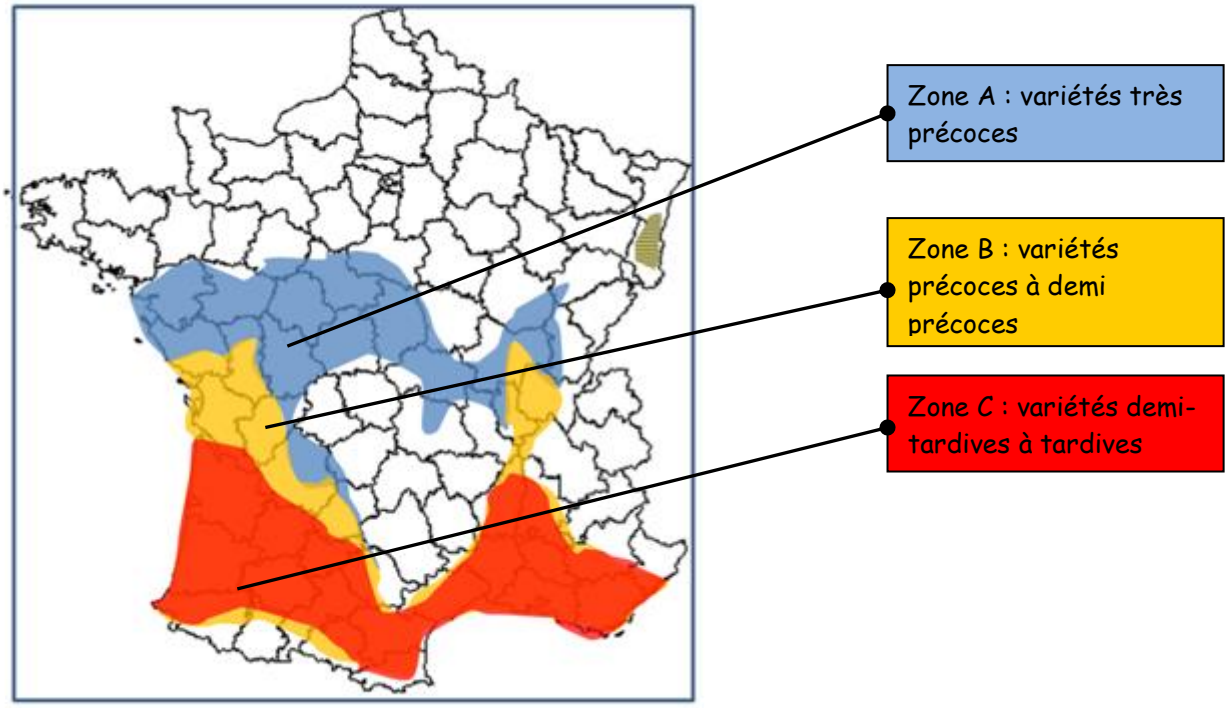
Cette différenciation des réseaux d'essais en fonction des potentiels de rendement, qui date de 2006, répond aussi à l'objectif d'améliorer la représentativité des situations sous contraintes hydriques qui étaient insuffisamment représentées à cette époque. Bien que cette segmentation soit moins formalisée pour la zone de culture des très précoces et les variétés de sorgho fourrager, le choix des sites d'essais prend en compte la diversité des contextes de production.

Des essais en alpha plans

La réalisation d'essais en situations à potentiel limitant présente des risques d'hétérogénéités de végétation liées aux micros hétérogénéités de sol. Pour limiter les conséquences de ces difficultés, le dispositif alpha plan a été généralisé.

Carte 4

Zones et groupes de précocité du sorgho grain



Les spécificités de l'année en matière d'évaluation des variétés de sorgho

La présentation des résultats portent sur les comparaisons des critères agronomiques suivants :

• précocité à l'épiaison et à la maturité physiologique (humidité panicule qui représente assez bien la durée de cycle),

• rendement de l'année et rappel de ceux des années antérieures qui permettent - tout comme l'indicateur de stabilité entre les essais 2018 (colonne « ET » - d'apprécier la stabilité relative des classements entre variétés,

• vigueur au départ,

• verse à maturité,

• hauteur des plantes.

Les densités de plantes et de panicules/ha moyennes de l'année 2019 précisent les densités de levée et les tallages des variétés (sachant qu'au sein d'un essai toutes les variétés sont semées à la même densité).

Comme les essais annuels étudient les variétés les plus récentes en comparaison à des témoins, des calculs de moyennes ajustées sur les bases de données pluriannuelles sont réalisés chaque année par ARVALIS afin de resituer les performances agronomiques des variétés de sorgho grain proposées aux agriculteurs.

Au-delà de la régularité du rendement entre les années, la précocité des variétés reste aussi en sorgho grain un élément à prendre en compte. Elle permet potentiellement de limiter les conséquences de report de semis, de récolter à des teneurs en eau du grain acceptables avant les périodes froides et pluvieuses de l'automne qui exposent les cultures à des ré-humidifications des grains. La tardiveté, qui apporte du potentiel de rendement par l'allongement de la durée de cycle, est valorisée en bonnes conditions de satisfaction des besoins en eau et en semis précoces. La tenue de tige est aussi à considérer dans le choix des nouvelles variétés.

Le meilleur compromis entre précocité, rendement (et régularité entre les années et essais) et tenue de tige est à rechercher, sans négliger la vigueur au départ qui participe à l'installation de la culture.

La majorité des essais ont été semés courant mai, l'épiaison est intervenue au cours des 2ième et 3ième décades de juillet. Les récoltes ont été réalisées es entre début septembre et fin octobre à des niveaux d'humidité du grain inférieures à 20%.

Figure 4 : Dates de semis et d'épiaison des essais variétés

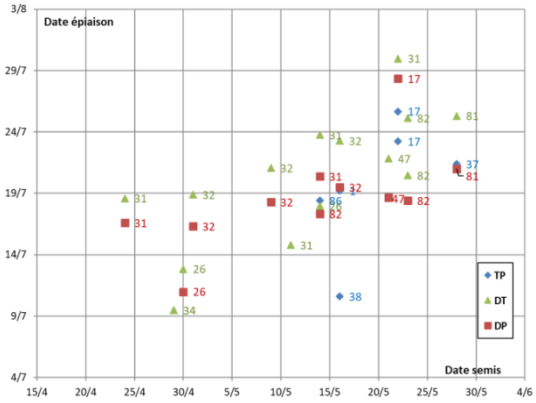


Figure 5 : Dates de semis et de récolte des essais variétés

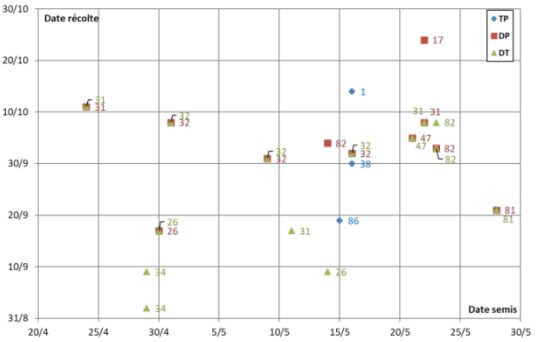
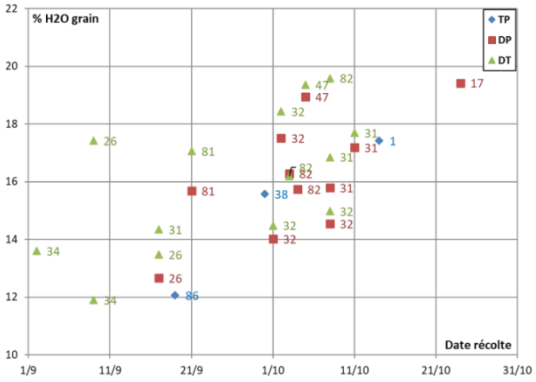


Figure 6 : Teneurs en eau à la récolte des essais variétés



Les variétés de sorgho grain

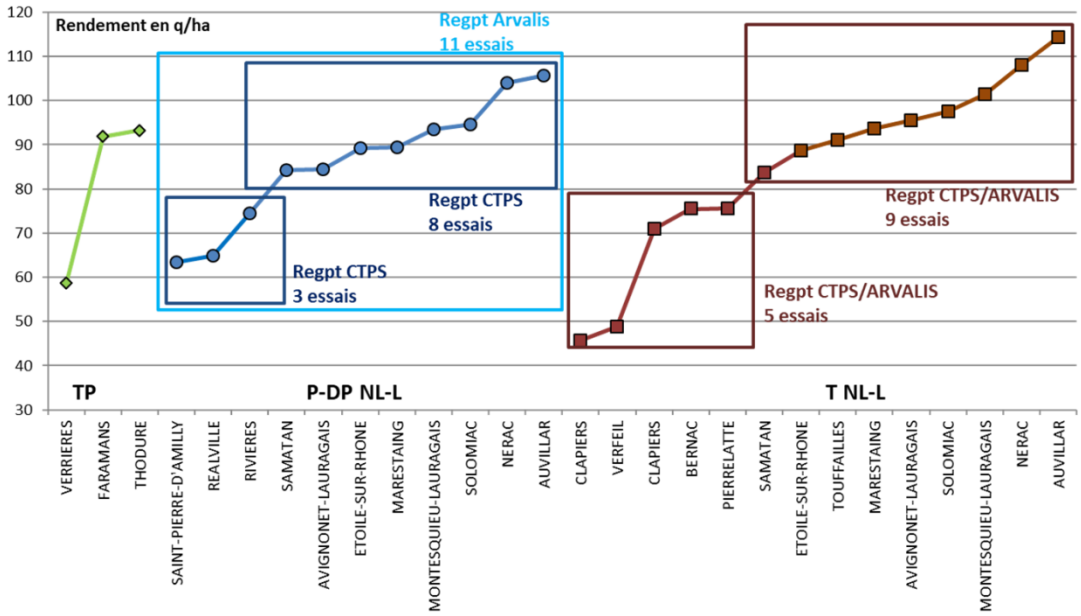
Résultats 2019

- Groupe Très précoce
- Groupe Précoce et Demi Précoce
- Groupe Demi Tardif et Tardif

Synthèse pluriannuelle

- Groupe Très précoce
- Groupe Précoce et Demi Précoce
- Groupe Demi Tardif et Tardif

Figure 7 : **Rendements des essais sorgho grain valides en rendement**



Groupe Très Précoce

Présentation des variétés

Nom de la variété	Couleur de grain	Besoins en degrés-jours (seuil 6°C-30°C)		Obtenteur	Représentant	Année Inscription
		Semis-Epiaison	Semis-25 % Hum. panicule			
ARABESK	blanc	850	1805	Eurosorgho	Semences de Provence	2017
ARFRIO	orange	795	1775	Sud Céréales	Semences de Provence	2009
ARMORIK	orange	890	1840	Eurosorgho	Semences de Provence	2014
ARSKY	orange	845	1805	Eurosorgho	Semences de Provence	2013
BALTO CS	orange	815	1830	Caussade Semences	Caussade Semences	2011
ES TYPHON	rouge orangé	900	1825	Eurosorgho	Euralis Semences	2013
IGGLOO	orange	835	1790	RAGT 2n	RAGT Semences	2010
LEGGOO	orange	860	1835	RAGT 2n	RAGT Semences	2012
QUEBEC	brun clair	845	1760	Sud Céréales	Semences de Provence	1999
RGT BELUGGA	rouge orangé	860	1850	RAGT 2n	RAGT Semences	2016

Les variétés de ce groupe peuvent se cultiver dans toutes les régions productrices de sorgho grains :

- Les régions à disponibilité en températures comprises entre 1750 et 1800 degrés-jours.
- Les zones plus chaudes au sud d'une ligne Angoulême-Valence :

- en cas de semis tardifs ou de cultures en dérobé
- en parcelles séchantes ou susceptibles d'être affectées par des déficits hydriques précoces

Les densités retenues pour l'expérimentation sont de 280.000 à 400.000 graines/ha pour respectivement les potentiels de rendement faibles et élevés.

Le réseau et l'utilisation des essais

Commune	Dép.	Densité plantes	Densité panicules	H2O panicule		H2O récolte		Rendement				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	Statut en rendement (1)
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	Min	Max						
ANAIS	17	279.5	278.4	28.78	2.42	16.4	0.19	83.53	8.13	79.79	88.17	15/7	113.52	-	1.3	6	E
ST GEORGES DU BOIS	17	326.3	275.2	31.05	1.72							25/7	75.926		0.9	8	E
ST PIERRE D AMILLY	17	277.6	266.8	27.12	1.22	24.83	0.45	83.82	3.33	77.06	99.96	23/7	87.79	-	-	-	E
AZAY SUR INDRE	37	Abandon															E
SAVONNIERES	37	252.6	263.8	29.52	1.85	21.68	0.65	74.42	7.07	57.34	94.9	21/7	111.48	-	-	-	E
THODURE	38	245.3	278.2	18.84	0.71	15.56	0.34	94.092	2.49	82.78	99.26	13/7	118.7	-	1	7.52	RE
BERUGES	86	210.9										18/7					E
LUSIGNAN	86	Abandon															E
VERRIERES	86	245.6	242.0	28.23	1.67	12.12	0.32	59.29	6.52	43.01	71.94	-	104.07	-	3.9	7.81	RE
FARAMANS	10	286.9	289.8	-	-	17.5	0.34	89.84	2.15	76.08	99.62	21/7	100.56	-	-	-	RE

(1) : RE = essai retenu ; E= essai éliminé

Les résultats des variétés très précoces

VARIETES Très Précoces	Densité levée 1000 / ha 2019	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne 2019	Densité panicule 1000 / ha 2019	Hauteur plante en cm 2019	Date épiaison 2019	Verse à maturité 2019	Humidité panicule en % 2019	Humidité récolte en % 2019	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais — Rendements 2017	Rendements 2018	Rendements 2019	E.T. 2019
Variétés de référence												
ARFRIO	273.3	7.7	288.2	93.8	17/7	2.7	(*)	(*)	95.2	94.7	(*)	(*)
ARSKY	278.2	8.2	292.6	94.7	18/7	3.8	(*)	(*)	103.1	105.2	(*)	(*)
RGT BELUGGA	278.4	8.0	289.9	94.6	19/7	3.5	(*)	(*)	-	96.5	(*)	(*)
ARMORIK	279.6	7.8	296.4	101.6	21/7	2.0	(*)	(*)	101.1	101.3	(*)	(*)
Variétés de 3ème année d'expérimentation												
ARABESK	246.5	6.5	251.6	111.0	20/7	2.7	(*)	(*)	100.7	102.3	(*)	(*)
Référence Moyenne des essais	271.2	7.6	283.7	99.2	19/7	2.9	(*)	(*)	100 = 91.8 q/ha	100 = 78.6 q/ha	100 = (*)	
Nombre d'essais	7	2	6	6	6	2	-	-	9		-	
Analyse statistique P.P.E.S.	16.4		15.7	4.7	1.2		-	-	2.5%	6.8%	-	

(*): Nombre d'essais retenus insuffisant pour effectuer une synthèse sur ce caractère. Se reporter aux éditions individuelles des essais ci-dessous.

Edition individuelle des essais TP retenus pour le caractère rendement:

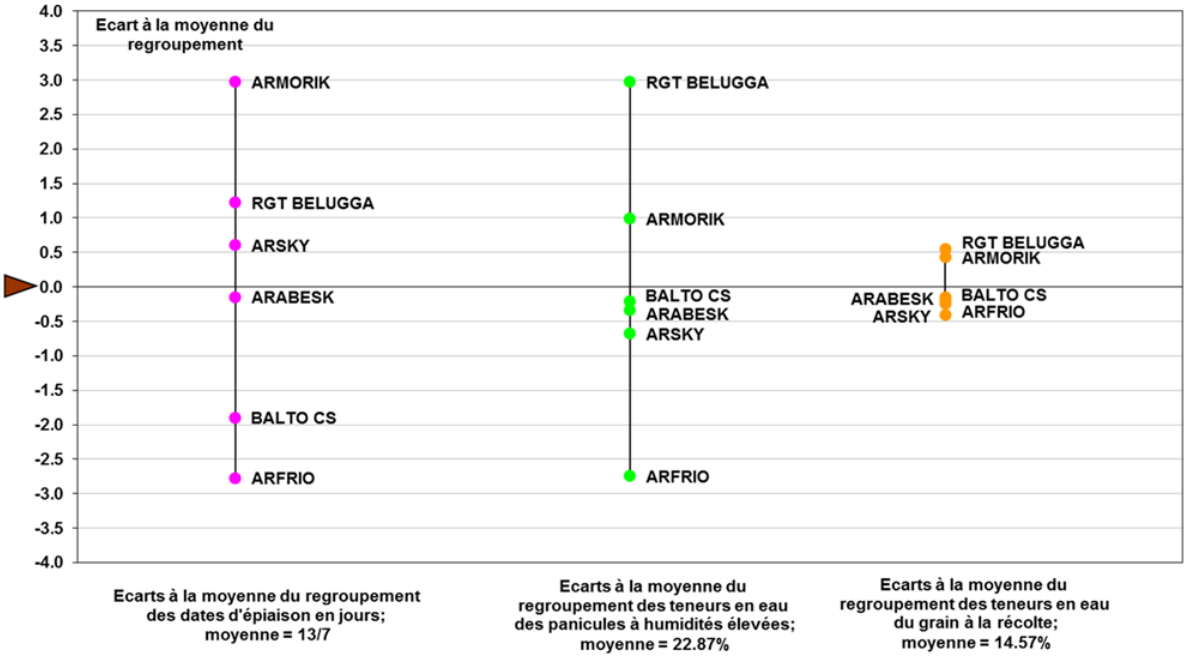
	Commune: THODURE (38)			Commune: VERRIERES (86)			Commune: FARAMANS (01)		
Variétés	H2O Panicule	H2O Rdt	Rendt en q/ha	H2O Panicule	H2O Rdt	Rendt en q/ha	H2O Panicule	H2O Rdt	Rendt en q/ha
ARFRIO	19.9	14.8	82.8	22.5	12.4	51.5	-	16.3	76.1
ARSKY	19.0	15.4	96.3	25.4	11.9	43.2	-	17.3	92.9
RGT BELUGGA	19.9	15.9	89.0	28.0	11.9	57.9	-	17.9	99.6
ARMORIK	18.7	16.1	99.0	30.4	12.2	71.9	-	18.7	93.1
ARABESK	19.4	15.7	99.3	31.7	11.9	69.0	-	16.9	97.7

Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO

PRECOCITE DES VARIETES A PLUSIEURS STADES

Liste Très Précoces, Toutes zones de cultures

Comparaison de précocité à plusieurs stades de teneur en eau à la récolte



Groupe Précoce et Demi Précoce

Présentation des variétés

Nom de la variété	Couleur de grain	Besoins en degrés-jours (seuil 6°C-30°C)		Obtenteur	Représentant	Année Inscription
		Semis-Epiaison	Semis-25 % Hum. panicule			
ARACK	orange	925	1865	Eurosorgho	Semences de Provence	2013
ARCANE	orange	910	1860	Eurosorgho	Semences de Provence	2016
ARIANE	rouge orangé	-	-	Eurosorgho	Semences de Provence	2020
ARKANCIEL	orange	900	1850	Sud Céréales	Semences de Provence	2009
ARMAX	rouge orangé	940	1875	Eurosorgho	Semences de Provence	2013
BURGGO	rouge orangé	875	1845	RAGT 2n	RAGT Semences	2001
ES ALIZE	orange	950	1870	Euralis Semences	Euralis Semences	2009
ES FOEHN	brun clair	935	1880	Eurosorgho	Euralis Semences	2013
ES MONSOON	brun clair	930	1870	Eurosorgho	Euralis Semences	2016
ES PASSAT	orange	950	1895	Eurosorgho	Euralis Semences	2015
ES SHAMAL	orange	905	1845	Eurosorgho	Euralis Semences	2017
JAGGUAR	orange	930	1865	RAGT 2n	RAGT Semences	IT-2011
RGT ALIGGATOR	blanc jaunâtre	-	-	RAGT 2n	RAGT Semences	2020
RGT DODGGE	orange	895	1825	RAGT 2n	RAGT Semences	2014
RGT HUGGO	rouge orangé	915	1865	RAGT 2n	RAGT Semences	2014

Le réseau et l'utilisation des essais

VARIETES ET ZONE D'EXPERIMENTATION DEMI PRECOCE A PRECOCE

Commune	Dép.	Densité plantes	Densité panicules	H2O panicule		H2O récolte		Rendement				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	Statut en rendement (1)
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	Min	Max						
ST GEORGES DU BOIS	17	198.81	205.51	28.125	2.6108							31/7			1.1481	8	E
ST PIERRE D AMILLY	17	232.77	230	25.19	1.19	19.33	0.2	62.75	6.49	51.44	68.89	28/7	87.3	-	-	-	RE
MONDONVILLE	31	147.17	152.57	24.3	1.63	18.26	0.53	44.58	4.55	24.08	59.99	22/7	98.29	-	-	-	E
MARESTAING	32	193.83	196.73	20.2	0.87	13.95	0.34	90.7	2.91	82.74	95.32	18/7	113.7	-	1.11	7.13	RE
SAMATAN	32	310.96	304.95	27.4	1.21	14.53	0.12	85.15	1.32	73.52	95.28	16/7	119.38	-	1.03	-	RE
SOLOMIAC	32	229.76	242.83	23.43	0.77	17.42	0.24	96.62	3.77	87.83	108.59	19/7	118.52	-	1.02	-	RE
RIVIERES	81	223.79	215.87	15.79	1.35	15.3	0.77	74.97	3.63	62.79	82.97	21/7	103.7		1.44	7.29	RE
REALVILLE	82	229.6	244.5			15.95	1.1951	64.65	4.8788	47.737	78.30	17/7	117.1				RE
ETOILE SUR RHONE	26	254.1	290.63	22.13	0.99	12.71	0.31	89.61	3.86	80.82	97.33	10/7	122.41	-	-	-	RE
AUZEVILLE TOLOSANE	31	286.67	275.6	-	-	-	-	-	-	-	-	20/7	110.46	-	-	-	E
AVIGNONET LAURAGAIS	31	233.05	225.31	-	-	15.74	0.62	86.41	4.26	79.58	94.73	27/7	128.81	-	1.54	7.17	RE
MONTESQUIEU LAURAGAIS	31	266.81	248.781	27.67	2.24	17.13	0.18	93.66	3.31	72.17	102.49	16/7	124.35	-	1	7	RE
NERAC	47	253.56	278.54	24.14	0.74	18.81	0.12	104.61	2.87	100.2	113.45	18/7	123.7	-	1	-	RE
AUVILLAR	82	228.25	251.61	21.06	0.96	16.15	0.32	106.97	4.94	91.65	115.39	18/7	122.04	-	-	7.2	RE
REALVILLE	82	259.47	290.05	-	-	15.92	1.52	65.372	5.32	44.51	76.57	17/7	111.48	-	-	7	E

(1) : RE = essai retenu ; E= essai éliminé

Résultats des variétés Précoces et Demi-Précoces

ESSAIS IRRIGUES A ITINERAIRE PEU LIMITANT ET ESSAIS AVEC DEFICIT HYDRIQUE A ITINERAIRE PLUS LIMITANT

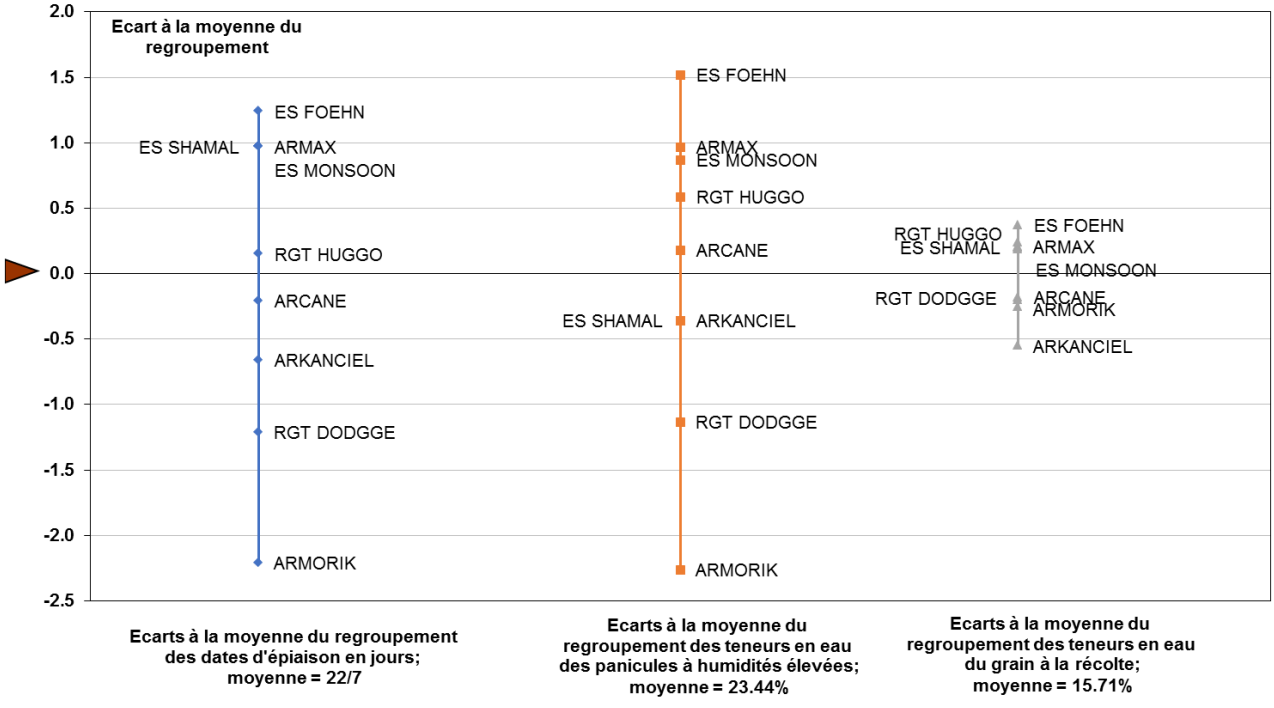
VARIETES Précoces à Demi-Précoces	Densité levée 1000 / ha 2019	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne 2019	Densité panicule 1000 / ha 2019	Hauteur plante en cm 2019	Date épiaison 2019	Verse à maturité 2019	Humidité panicule en % 2019	Humidité récolte en % 2019	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais — Rendements 2017	Rendements 2018	Rendements 2019	E.T. 2019
Variétés de référence												
ARKANCIEL	236.5	7.3	251.2	114.5	17/7	1.2	22.5	15.6	95.2	97.4	96.4	4.2
ARCANE	257.3	6.9	267.8	112.8	17/7	2.0	23.0	16.0	99.9	101.2	101.0	2.5
ES FOEHN	249.8	6.8	251.2	120.7	19/7	1.3	24.4	16.5	99.3	101.6	100.1	4.4
ARMORIK	263.5	7.8	268.3	116.5	15/7	1.2	20.6	15.9	94.9	94.9	91.5	4.3
ARMAX	227.8	6.9	242.9	118.9	18/7	2.0	23.8	16.4	101.4	99.5	101.6	3.3
Autres												
RGT DODGGE	224.3	7.5	227.6	115.3	16/7	1.2	21.7	16.0	96.8	97.4	96.4	3.4
RGT HUGGO	273.7	7.4	269.0	120.7	17/7	1.8	23.4	16.4	103.4	100.3	104.1	2.7
ES MONSOON	248.1	6.9	255.9	113.4	18/7	1.7	23.7	16.4	104.8	105.2	104.4	2.1
Variétés de 3ème année d'expérimentation												
ES SHAMAL	228.3	6.6	247.3	116.3	18/7	1.2	22.5	16.4	104.1	102.7	104.6	3.4
Référence **Moyenne des essais**	245.5	7.1	253.5	116.6	17/7	1.5	22.8%	16.2%	100 = 88.7 q/ha	100 = 81.2 q/ha	100 = 86.2 q/ha	
Nombre d'essais	13	4	13	13	11	2	7	11	11	11	11	
Analyse statistique P.P.E.S.	9.6	0.4	10.4	2.4	0.7	0.8	0.9%	0.3%	3.3%	3.1%	3.1%	

Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO

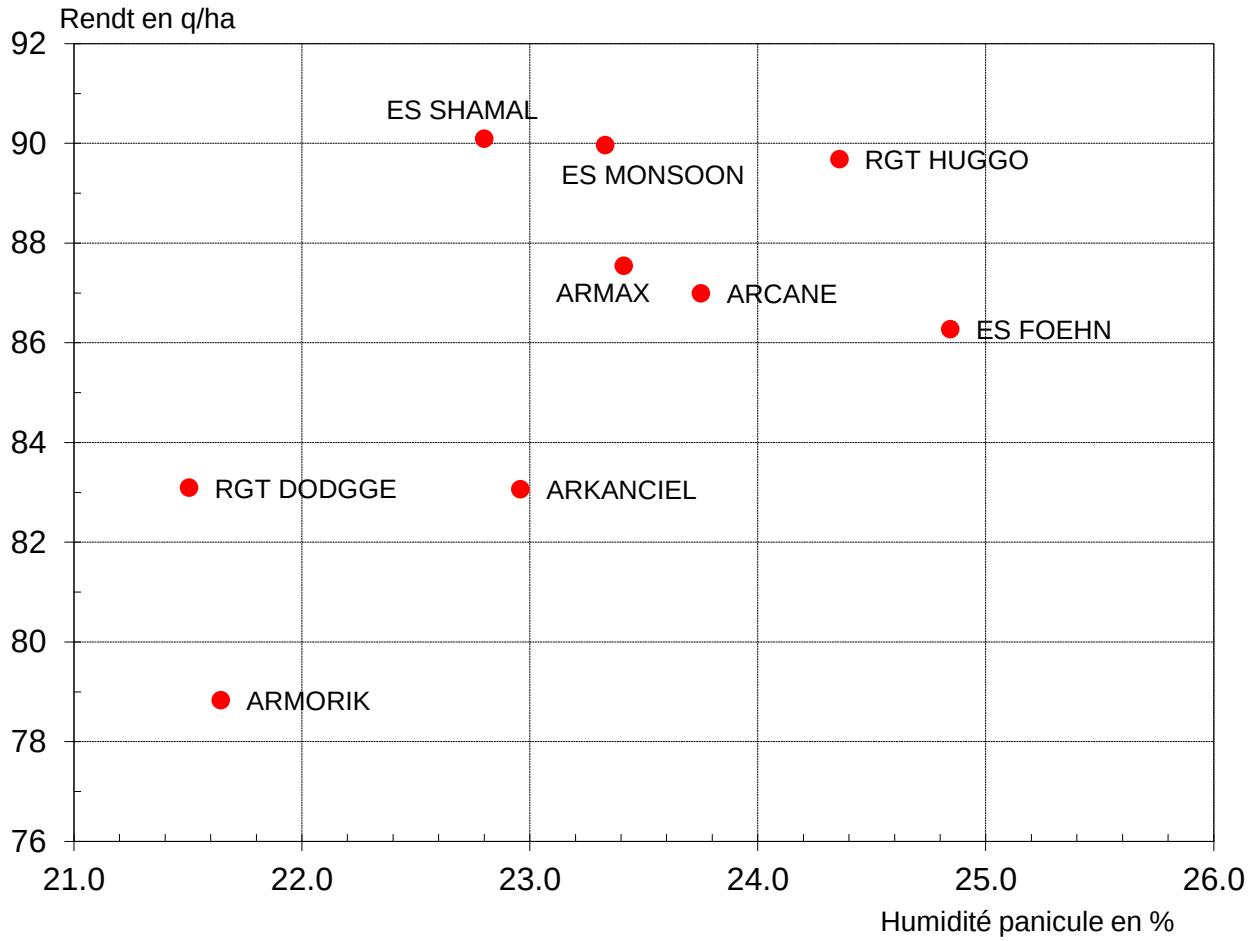
PRECOCITE DES VARIETES A PLUSIEURS STADES

Variétés Précoces, Toutes zones de cultures

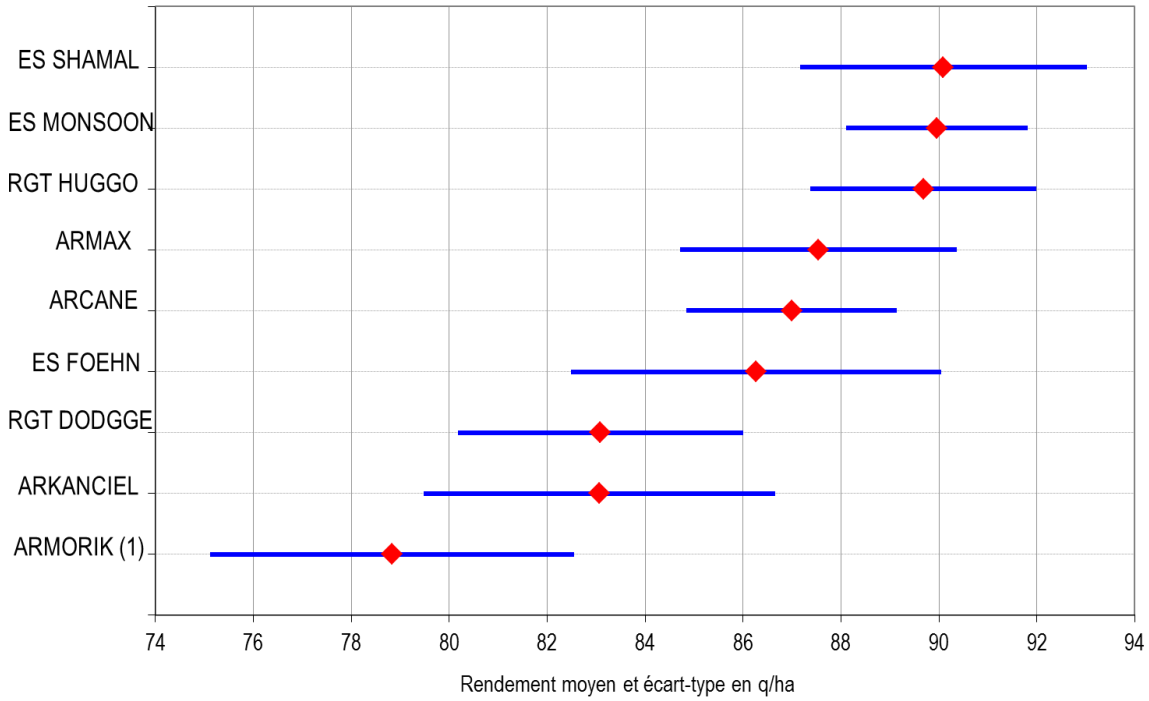
Comparaison de précocité à plusieurs stades de teneur en eau à la récolte



RENDEMENT ET PRECOCITE – RESULTATS 2019

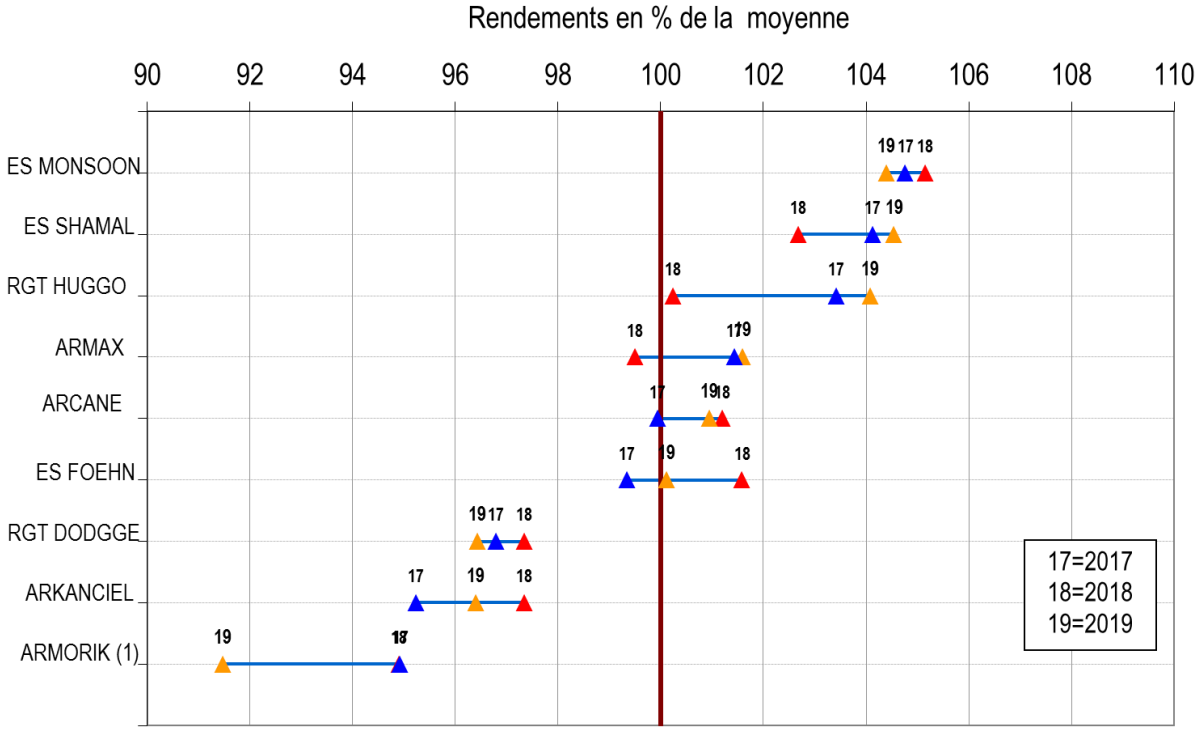


RENDEMENT MOYENS ET ECARTS TYPES DES VARIETES DANS LES ESSAIS EN 2019



(1) : Variété du groupe Très précoce - Témoin de précocité

LES RENDEMENTS PLURIANNUELS



(1) : Variété du groupe Très précoce - Témoin de précocité

Groupe Demi Tardif et Tardif

Présentation des variétés

Nom de la variété	Couleur de grain	Besoins en degrés-jours (seuil 6°C-30°C)		Obtenteur	Représentant	Année Inscription
		Semis-Epiaison	Semis-25 % Hum. panicule			
ANGGY	orange	975	1915	RAGT 2n	RAGT Semences	2013
ARIZONA	rouge orangé	955	1895	Eurosorgho	Semences de Provence	2015
ARKANSAS	rouge orangé	965	1890	Eurosorgho	Semences de Provence	2019
ARSENAL	rouge orangé	935	1925	Eurosorgho	Semences de Provence	2019
DIABOLO	orange	955	1895	Eurosorgho	Caussade Semences	2019
ES AQUILON	orange	950	1880	Euralis Semences	Euralis Semences	2012
ES BOREAS	orange	950	1880	Eurosorgho	Euralis Semences	2015
ES LEVANTE	orange	980	1910	Eurosorgho	Euralis Semences	2014
FUEGO CS	rouge orangé	1015	1940	Caussade Semences	Caussade Semences	2011
FULGUS	brun clair	1000	1890	Hilleshög Nothrup King	Semences de Provence	2000
RGT GGABY	orange	1000	1925	RAGT 2n	RAGT Semences	2014
RGT GGUSTAV	orange	970	1910	RAGT 2n	RAGT Semences	2018

Les variétés de ce groupe ont un cycle de végétation relativement long. Elles expriment de ce fait leurs bons potentiels dans les contextes pédoclimatiques assurant une disponibilité en températures suffisante et une bonne alimentation en eau (sols profonds et : ou irrigation).

Les semis précoces, au plus tard fin avril, sont recommandés dans les conditions les plus favorables des plaines du sud d'Agen, du Lauragais et du sud de la vallée du Rhône.

Il est aussi conseillé d'effectuer les récoltes dès que les teneurs en eau du grain le permettent pour préserver la qualité du grain.

Les densités de semis conseillées sont comprises entre 200 000 grains/ha en sol profonds ou moyennement irrigués et 300 000 grains /ha en conduite bien irriguée (se reporter au chapitre « densités de semis »).

Le réseau et l'utilisation des essais

VARIETES ET ZONE D'EXPERIMENTATION DEMI TARDIVE A TARDIVE

Commune	Dép.	Densité plantes	Densité panicules	H2O panicule		H2O récolte		Rendement				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	Statut en rendement (1)
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	Min	Max						
Réseau à potentiel limitant en eau																	
VERFEIL	31	223.93	206.31	24.39	0.71	14.38	0.54	48.27	3.64	42.3	52.66	14/7	99.17	-	1	-	RE
MARESTAING	32	195.87	195.52	22.38	0.79	14.81	0.5	93.26	3.44	85.79	97.28	21/7	113.19	-	-	7.05	RE
SAMATAN	32	298.66	292.50	24.42	0.55	15.13	0.12	82.84	1.73	71.99	87.47	18/7	119.19		1.0347		RE
SOLOMIAC	32	227.78	239.603	25.3	0.94	18.64	0.43	98.18	2.49	91.66	107.19	23/7	122.22	-	-	-	RE
CLAPIERS	34	214.01	193.04	20.46	1.29	13.84	0.46	45.43	2.23	39.38	49.42	9/7	97.47	-	-	-	RE
RIVIERES	81	226.77	215.82	21.021	1.54	17.2	0.6	74.78	3.69	64.49	79.13	25/7	110.83	2.44	-	7.16	RE
TOUFFAILLES	82	234.73	240.76	25.12	0.82	19.77	0.2	91.15	3.29	85.09	98.32	25/7	122.29	-	1	-	RE
Réseau à potentiel non limitant																	
ETOILE SUR RHONE	26	268.69	301.26	22.05	0.95	14.02	0.4	87.97	3.77	72.73	96.24	12/7	133.53	-	-	-	RE
PIERRELATTE	26	214.02	201.39	23.86	0.8	17.85	0.64	74.86	2.54	66.68	79.6	17/7	118.47	-	-	-	RE
AUZEVILLE TOLOSANE	31	267.87	262.39	-	-	-	-	-	-	-	-	23/7	125.56	-	-	-	E
AVIGNONET LAURAGAIS	31	244.6	241.470	-	-	17.42	1.09	95.78	5.41	90.86	98.57	29/7	137.36	-	1.58	7.16	RE
MONTESQUIEU LAURAGAIS	31	259.54	263.84	25.41	1.34	17.85	0.21	100.79	2.74	94.12	105.42	18/7	158.31	-	-	-	RE
CLAPIERS	34	251.3	237.91	21.72	1.08	12.04	0.26	70.41	2.12	65.53	74.56	9/7	105.17	-	-	-	RE
NERAC	47	260.54	274.21	26.59	1.0	19.62	0.21	108.63	3.26	102.91	117.08	21/7	127.5	-	-	-	RE
AUVILLAR	82	237.85	254.38	23.53	1.0	16.46	0.38	115.46	3.23	108.69	122.30	20/7	126.39	-	-	7.33	RE

(1) : RE = essai retenu ; E= essai éliminé

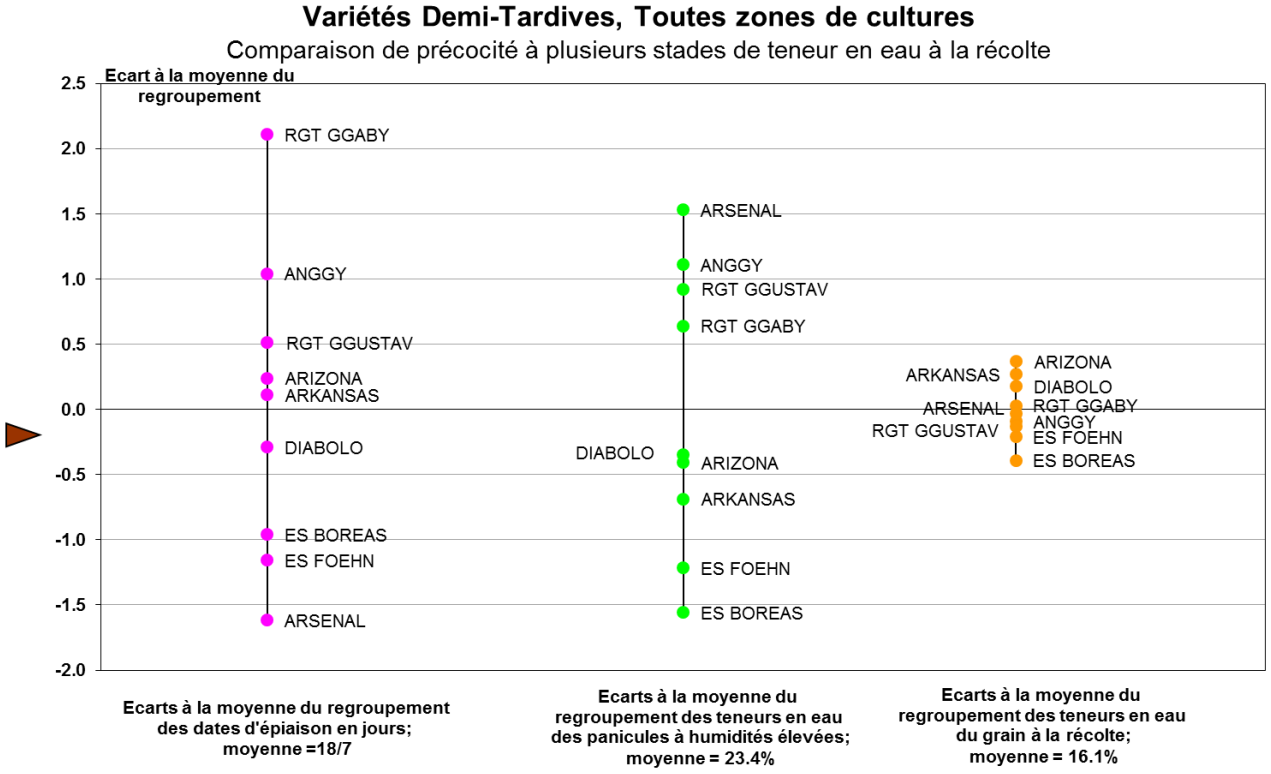
Résultats des variétés Demi-Tardives et Tardives

ESSAIS IRRIGUES A ITINERAIRE PEU LIMITANT ET ESSAIS AVEC DEFICIT HYDRIQUE A ITINERAIRE PLUS LIMITANT

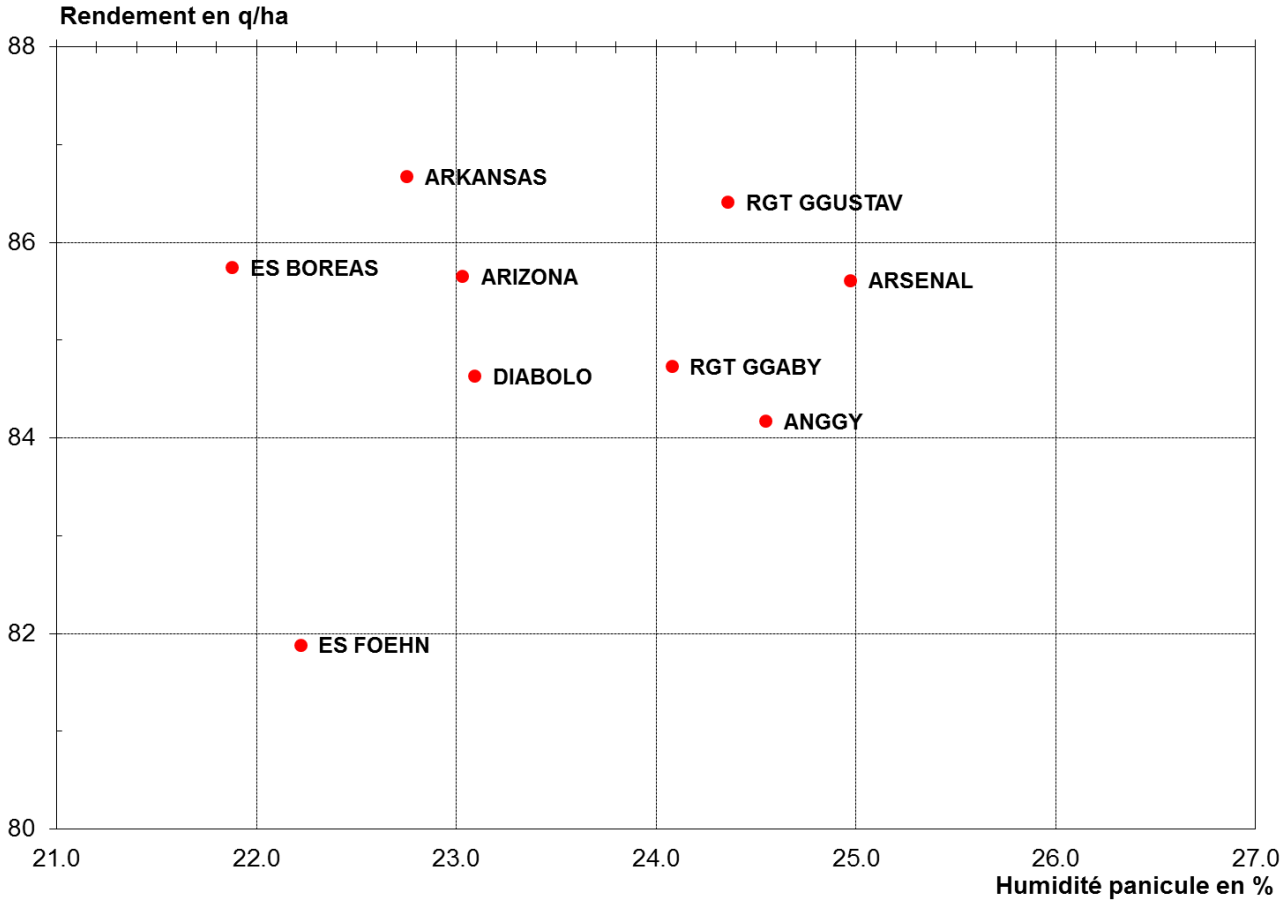
VARIETES Demi-Tardives à Tardives	Densité levée	Vigueur	Densité panicule	Hauteur plante	Date épiaison	Verse à maturité	Humidité panicule	Humidité récolte	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais					
									Rendements TOUS LES ESSAIS			E.T.	ESSAIS LIMITANTS	ESSAIS NON LIMITANT
	1000 / ha	5 = faible, 9 = bonne	1000 / ha	en cm			en %	en %	2017	2018	2019	2019	2019	2019
	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019						
Variétés de référence														
ANGGY	242.3	7.2	238.4	122.3	19/7	1.8	24.6	16.0	100.3	99.0	99.0	3.3	101.69	98.0
ARIZONA	214.6	6.9	226.0	127.0	19/7	3.0	23.0	16.5	98.0	100.3	100.7	2.5	101.28	100.5
RGT GGABY	240.3	7.1	237.2	121.9	21/7	1.7	24.1	16.1	99.2	101.3	99.6	2.6	102.1	98.7
ES FOEHN	240.5	7.0	241.9	123.0	17/7	1.5	22.2	15.9	98.1	96.8	96.3	2.5	95.81	96.4
Autres														
ES BOREAS	230.8	6.8	239.3	123.6	17/7	1.8	21.9	15.7	-	99.6	100.8	2.5	103.42	99.9
Variétés de 2ème année d'expérimentation														
RGT GGUSTAV	248.7	7.7	246.9	120.9	19/7	1.8	24.4	16.0	102.0	102.6	101.6	2.5	102.73	101.2
Variétés de 1ère année d'expérimentation														
ARKANSAS	255.5	7.0	248.3	124.2	19/7	2.5	22.8	16.4	102.4	100.4	101.9	2.6	101.96	101.9
ARSENAL	256.3	7.3	252.6	120.5	17/7	2.2	25.0	16.1	-	-	100.7	4.7	95.3	102.6
DIABOLO	241.5	7.2	242.4	121.1	18/7	2.2	23.1	16.3	100.1	-	99.5	4.0	95.71	100.9
Référence Moyenne des essais	241.2	7.1	241.4	122.7	18/7	2.1	23.4%	16.1%	100 = 88.9 q/ha	100 = 83.5 q/ha	100 = 85.1 q/ha		100 = 63.4 q/ha	100 = 97.1 q/ha
Nombre d'essais	15	3	15	15	15	2	12	14	13	13	14		5	9
Analyse statistique P.P.E.S.	7.5	0.4	7.9	2.8	0.6	1.0	0.8%	0.4%	4.9%	2.6%	2.4%		5.2%	2.4%

Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO

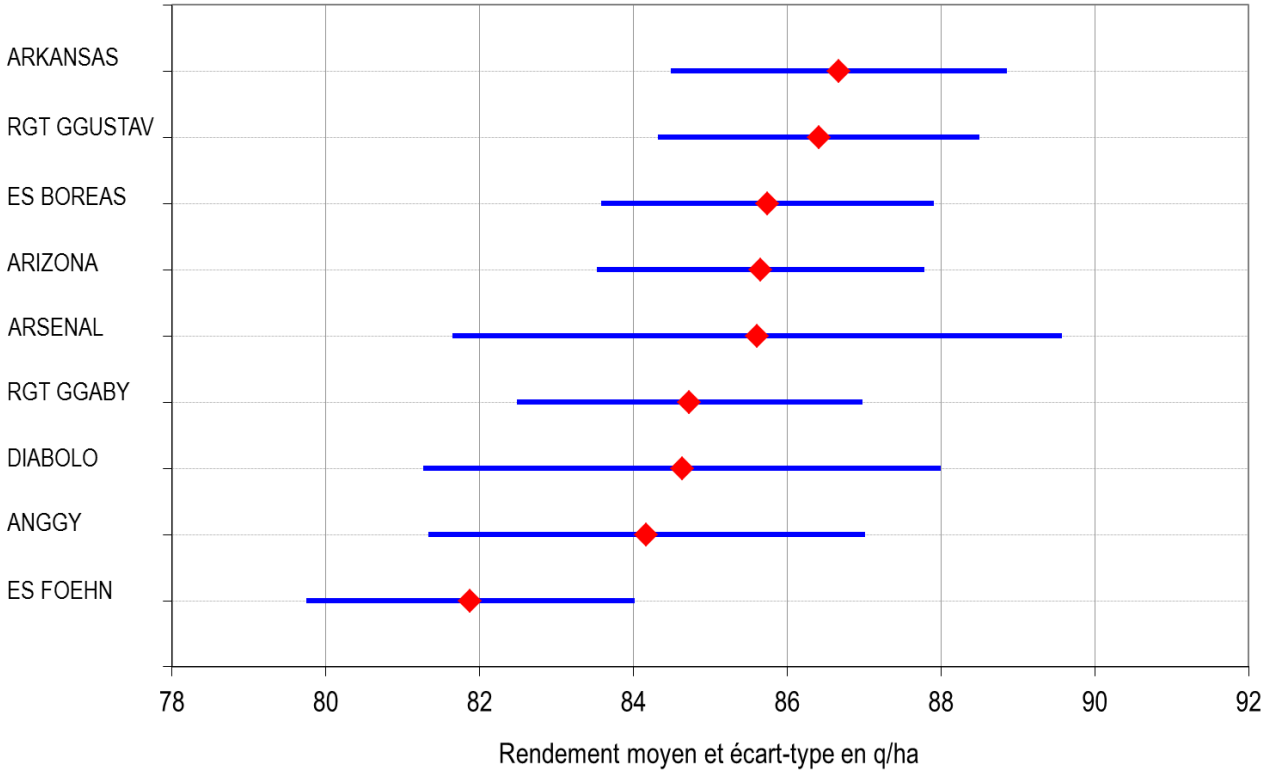
PRECOCITE DES VARIETES A PLUSIEURS STADES



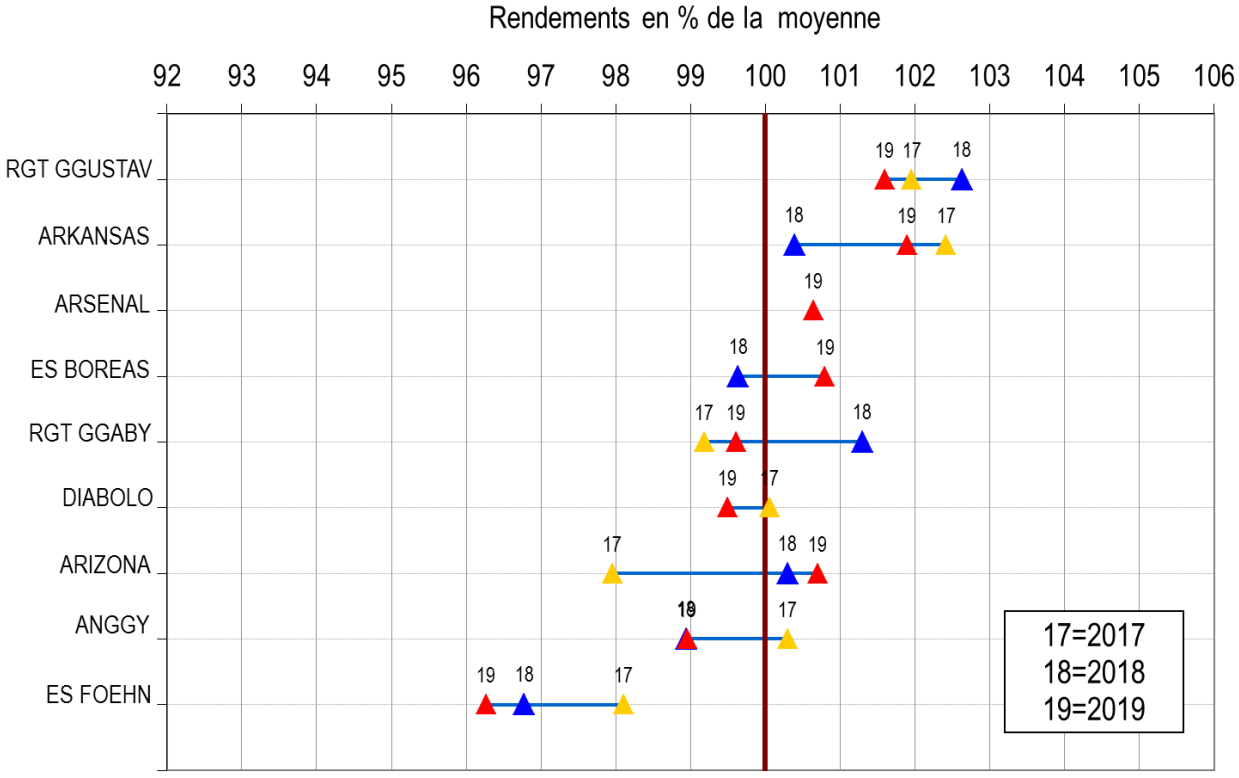
RENDEMENT ET PRECOCITE – RESULTATS 2019



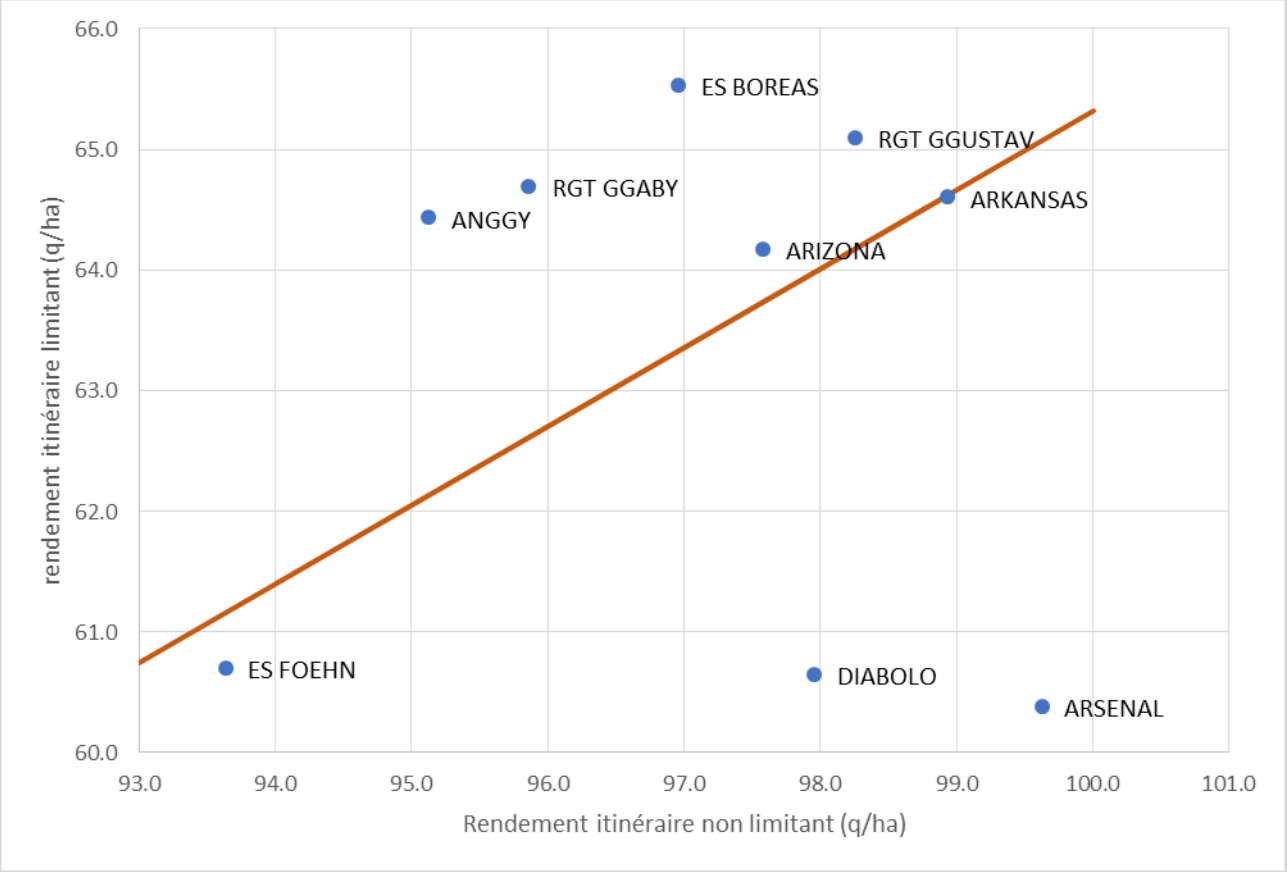
RENDEMENT MOYENS ET ECARTS TYPES DES VARIETES DANS LES ESSAIS EN 2019 (MOYENNE ESSAIS LIMITANTS ET NON LIMITANTS)



LES RENDEMENTS PLURIANNUELS



COMPARAISON DES RENDEMENTS DES VARIETES DEMI-TARDIVES ET TARDIVES EN 2019 ENTRE ESSAIS EN POTENTIEL LIMITANT ET PEU LIMITANT



La droite rouge correspond aux rendements en potentiel limitant qu'auraient obtenus les variétés si elles produisaient en moyenne 34.7% de moins qu'en potentiel peu limitant, soit une différence moyenne de 33.5 q/ha entre les 2 potentiels.

Les variétés positionnées en dessous de la droite présentent de fait de moins bonnes performances en condition limitante (absence d'irrigation).

Synthèse pluriannuelle des différentes caractéristiques des variétés de sorgho grain, actualisation à l'issue de la Post-Inscription 2019

L'objectif des synthèses pluriannuelles est de proposer des estimations de valeurs moyennes pour les différents caractères pris en compte dans l'évaluation et le choix des variétés expérimentées au cours des dernières années et proposées aux agriculteurs. Après une présentation des données et méthodes utilisées, les références sont fournies pour les variétés des différents groupes de précocité de sorgho grain.

ORIGINE DES DONNEES

Les ajustements ont été effectués pour les différents critères étudiés à l'aide des données d'essais valables des réseaux :

• de Post-Inscription ARVALIS – PROSORGHO et GEVES acquises au cours des années 2010 à 2019,

• des épreuves de VATE (Valeur agronomique, technologique et environnementale) du CTPS des années 2010 à 2019. Ces données fournies par le GEVES peuvent être valorisées dans le cadre d'une convention sur la valorisation du continuum d'acquisition de références entre la pré et la post-Inscription.

• « Probatoire » des années 2010 à 2018. Ce réseau consiste à effectuer des tests préalables sélectifs à l'introduction en Post-Inscription de variétés qui font l'objet d'intention de développement en France alors que les variétés ont été inscrites au catalogue européen suite à une inscription dans un autre pays qu'en France.

La prise en compte des résultats de chacun des essais valorisés repose sur les validations annuelles des données pour les différents caractères dans le cadre de commissions du CTPS.

LES CARACTERES FAISANT L'OBJET D'AJUSTEMENTS DE VALEURS MOYENNES

Les synthèses pluriannuelles effectuées portent sur les caractères présentés dans le tableau ci-après. L'expression des références varient selon les caractères. Les rendements, teneurs en eau du grain, dates d'épiaison sont exprimés en valeurs relatives ou en écart avec les estimations de moyennes des variétés expérimentées en Post-Inscription en 2019. Les résultats des estimations de notes de verse, de notes de vigueur au départ, et de hauteur de plantes sont quant à eux présentés dans leur unité d'origine. Les périodes d'expérimentation sont précisées pour chaque variété.

Caractères	Expression des résultats	Echelle et sens de lecture
Rendement	En % de la moyenne des variétés expérimentées dans la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité	Un pourcentage élevé correspond à un rendement supérieur à la moyenne des variétés testées en 2019
Précocité à la maturité physiologique du grain	Écart en points de teneur en eau du grain à humidité élevée de la panicule avec la moyenne de la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Une valeur positive en grain signifie que la variété est plus tardive
Précocité à la récolte :	Écart en points de teneur en eau du grain avec la moyenne de la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Une valeur positive en grain signifie que la variété est plus tardive à la récolte.
Verse	En note de verse, sachant que 0 = pas de verse et 9 = 90 % de plantes versées	Une note faible signifie que la variété a peu versé en moyenne. La donnée est à comparer aux autres variétés
Précocité à l'épiaison estimée en nombre de jours	Écart en nombre de jours de la date d'épiaison avec la moyenne de la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Un écart positif signifie que la variété est plus tardive à l'épiaison
Vigueur au départ	Note moyenne ajustée de vigueur au départ dans une échelle de 0 à 10	10 = correspond à une très bonne vigueur, des notes faibles représentent de moindres vigueurs

LES METHODES D'AJUSTEMENTS STATISTIQUES

Les moyennes ajustées ont été calculées avec un modèle linéaire mixte approprié à l'analyse de tableaux de données incomplètes. La méthode d'estimation utilisée est REML et la mise en œuvre a été réalisée dans le logiciel « R » avec la fonction « lmer » du package « lme4 ». Le facteur « variétés » est considéré comme un facteur à « effets fixes », alors que les effets « années » et « essais » sont pris en compte en tant que facteurs à « effets aléatoires ». Le modèle prend en compte un effet « variétés » et un effet « essais ». Ces méthodes sont classiquement utilisées en routine pour estimer le progrès génétique réalisé sur différents caractères à partir de données d'essais historiques.

VARIETES PRESENTEES DANS LES SYNTHESES

Par construction, le nombre de données n'est pas homogène par variété au sein d'un même groupe de précocité, car il varie en fonction de la trajectoire des variétés dans les réseaux d'expérimentation et de la durée du maintien des variétés dans les listes de variétés expérimentées. Les variétés de référence ou témoins disposent d'un plus grand nombre de résultats que des variétés expérimentées durant 2 ans par le CTPS et étudiée une seule année en Post-Inscription.

Des références de moyennes ajustées sont présentées pour toutes les variétés ayant été expérimentées au moins une année en réseau de Post-Inscription ARVALIS – PROSORGHO depuis 2014 et toujours proposées à la commercialisation, c'est-à-dire figurant sur le dépliant des variétés de sorgho 2019 édité par ARVALIS-Institut du végétal en collaboration avec le GEVES et PROSORGHO.

Nathalie MANGEL, Bruno MARTIN et Delphine AUDIGEOS (ARVALIS)
Céline GELOT, Christophe GRIZEAU et Valérie UYTTEWAAL (GEVES)

SYNTHESE PLURIANNUELLE DES PERFORMANCES DES VARIETES DE SORGHO GRAIN, ACTUALISATION 2019

VARIETES DE SORGHO GRAIN TRES PRECOCES (GROUPE A)

Variétés	Année d'inscription (1)	Représentant (2)	Couleur du grain	Période d'expérimentation	Note de vigueur au départ (3)	Hauteur des plantes en cm (3)	Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne* (4)	Rendement en % de la moyenne* (4)	Précocité à la maturité physiologique en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Précocité à la récolte en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Note de verse (4)
ARABESK	2017	Semences de Provence	blanc	2015-2019	7.1	122.3	0.5	101.6	-0.2	-0.6	2.2
ARFRIO	2009	Semences de Provence	orange	2010-2019	7.1	103.9	-3.2	93.8	-2.0	-0.7	1.8
ARMORIK	2014	Semences de Provence	orange	2012-2019	7.1	114.7	2.6	102.2	1.0	0.9	1.6
ARSKY	2013	Semences de Provence	orange	2011-2019	7.2	107.3	-0.4	100.5	-0.5	-0.2	1.7
BALTO CS	2011	Caussade Semences	orange	2010-2018	6.9	107.5	-1.9	94.9	0.5	0.0	1.9
BURGGO (PDP)	2001	RAGT Semences	rouge orangé	2010-2016	6.5	106.7	1.7	95.0	1.3	-0.2	1.6
ES TYPHON	2013	Euralis Semences	rouge orangé	2011-2017	7.4	118.1	2.7	95.2	0.4	0.3	1.8
LEGGOO	2012	RAGT Semences	orange	2010-2016	7.0	114.3	0.3	94.6	1.0	0.5	1.6
QUEBEC	1999	Semences de Provence	brun clair	2010-2012	7.1	110.2	-0.8	89.9	-2.8	-1.0	2.9
RGT BELUGGA	2016	RAGT Semences	rouge orangé	2014-2019	6.6	104.6	0.4	101.8	1.6	0.6	2.3

Moyenne* = moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 (indiquées en bleu)
PDP = Précoce à Demi-Précoce
Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO)

SYNTHESE PLURIANNUELLE DES PERFORMANCES DES VARIETES DE SORGHO GRAIN, ACTUALISATION 2019

VARIETES DE SORGHO GRAIN PRECOCES A DEMI-PRECOCES (GROUPE B)

Variétés	Année d'inscription (1)	Représentant (2)	Couleur du grain	Période d'expérimentation	Note de vigueur au départ (3)	Hauteur des plantes en cm (3)	Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne* (4)	Rendement en % de la moyenne* (4)	Précocité à la maturité physiologique en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Précocité à la récolte en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Note de verse (4)
ARACK	2013	Semences de Provence	orange	2011-2015	6.6	125.6	0.6	98.5	0.2	0.1	1.6
ARCANE	2016	Semences de Provence	orange	2014-2019	6.5	113.6	-0.2	100.8	0.0	-0.3	1.6
ARKANCIEL	2009	Semences de Provence	orange	2010-2019	6.5	115.1	-1.0	96.2	-0.4	-0.6	1.4
ARMAX	2013	Semences de Provence	rouge orangé	2013-2019	6.3	119.7	1.3	101.1	0.8	0.4	1.6
ARMORIK (TP)	2014	Semences de Provence	orange	2016-2019	6.7	118.1	-1.7	93.5	-1.1	-0.4	1.7
BURGGO	2001	RAGT Semences	rouge orangé	2010-2016	6.4	109.2	-2.6	89.1	-0.9	-1.0	1.2
ES ALIZE	2009	Euralis Semences	orange	2010-2018	6.4	116.2	2.0	98.1	0.8	0.2	1.2
ES FOEHN	2013	Euralis Semences	brun clair	2011-2019	6.4	121.1	1.2	100.9	1.3	0.5	1.3
ES MONSOON	2016	Euralis Semences	brun clair	2014-2019	6.5	113.5	0.8	104.0	0.7	0.5	1.4
ES PASSAT	2015	Euralis Semences	orange	2013-2017	6.5	122.1	1.7	101.8	1.7	0.9	1.6
ES SHAMAL	2017	Euralis Semences	orange	2015-2019	6.3	116.3	0.7	105.0	-0.2	0.1	1.4
JAGGUAR	IT-2011	RAGT Semences	orange	2012-2013	6.6	128.1	0.7	95.2	0.3	0.4	1.4
RGT DODGGE	2014	RAGT Semences	orange	2012-2019	6.7	113.4	-1.3	96.7	-1.4	-0.5	1.2
RGT HUGGO	2014	RAGT Semences	rouge orangé	2012-2019	6.7	121.3	0.1	101.9	0.3	0.3	1.4

Moyenne* = moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 (indiquées en bleu)
TP = Très Précoce
Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO)

SYNTHESE PLURIANNUELLE DES PERFORMANCES DES VARIETES DE SORGHO GRAIN, ACTUALISATION 2019

VARIETES DE SORGHO GRAIN DEMI-TARDIVES A TARDIVES (GROUPE C)

Variétés	Année d'inscription (1)	Représentant (2)	Couleur du grain	Période d'expérimentation	Note de vigueur au départ (3)	Hauteur des plantes en cm (3)	Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne* (4)	Rendement en % de la moyenne* (4)	Précocité à la maturité physiologique en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Précocité à la récolte en écart de teneur en eau du grain avec la moyenne* (4)	Note de verse (4)
ANGGY	2013	RAGT Semences	orange	2011-2019	7.0	121.1	1.0	99.2	0.6	0.1	1.4
ARIZONA	2015	Semences de Provence	rouge orangé	2013-2019	7.0	127.0	-0.1	100.9	-0.3	0.0	2.0
ARKANSAS	2019	Semences de Provence	rouge orangé	2018-2019	7.0	124.9	0.3	101.1	-0.5	0.3	1.4
ARMAX (PDP)	2013	Semences de Provence	rouge orangé	2011-2012	6.6	121.6	-0.8	97.4	-1.3	-0.7	1.7
ARSENAL	2019	Semences de Provence	rouge orangé	2019-2019	7.2	120.8	-1.6	100.5	1.5	0.0	-
DIABOLO	2019	Caussade Semences	orange	2019-2019	7.1	121.5	-0.3	99.5	-0.3	0.2	-
ES ALIZE (PDP)	2009	Euralis Semences	orange	2015-2017	6.8	117.2	-0.7	94.2	-1.7	-0.8	1.1
ES AQUILON	2012	Euralis Semences	orange	2010-2014	6.9	121.9	-0.4	99.3	-1.1	-0.4	1.5
ES BOREAS	2015	Euralis Semences	orange	2013-2019	7.0	123.4	-0.8	100.3	-1.1	-0.4	1.5
ES FOEHN (PDP)	2013	Euralis Semences	brun clair	2017-2019	7.0	122.3	-1.5	97.4	-1.2	-0.3	1.2
ES LEVANTE	2014	Euralis Semences	orange	2012-2015	7.1	123.4	1.3	98.2	0.3	0.0	1.4
FUEGO CS	2011	Caussade Semences	rouge orangé	2010-2018	6.9	130.0	3.2	96.2	1.6	0.9	1.8
FULGUS	2000	Semences de Provence	brun clair	2010-2015	7.2	117.5	1.7	95.2	-0.5	-0.3	1.2
RGT GGABY	2014	RAGT Semences	orange	2012-2019	6.8	124.5	2.5	99.4	0.9	0.3	1.2
RGT GGUSTAV	2018	RAGT Semences	orange	2015-2019	7.3	122.3	0.7	101.6	0.5	-0.1	1.3

Moyenne* = moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 (indiquées en bleu)
PDP = Précoce à Demi-précoce
"-" = données insuffisantes
Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO)

Synthèse-pluri-DTT-2019

Légendes des tableaux de synthèses pluriannuelles sorgho grain

(1) Année d'inscription au catalogue officiel français.
En cas d'inscription au catalogue Européen, figure le sigle du pays d'inscription.
D-2014 signifie que la variété a été inscrite en Allemagne en 2014.

(2) Etablissement de semences qui représente la variété en France

Couleurs et symboles des critères

(3)	Vigueur au départ	Hauteur
	bien	Haute
	assez bien	
	dans la moyenne	Moyenne
	inférieure à la moyenne	
	faible	Courte

(4)	Rendement	Précocité à l'épiaison	précocité à la maturité physiologique	Précocité à la récolte	Verse
	bien (≥ 103%)	précoce au sein du groupe	précoce au sein du groupe	précoce au sein du groupe	faible
	assez bien (101% ≤ X < 103%)				assez faible
	dans la moyenne (99% ≤ X < 101%)	dans la moyenne	dans la moyenne	dans la moyenne	moyenne
	inférieure à la moyenne (96% ≤ X < 99%)				assez élevée
	faible (< 96%)	tardif au sein du groupe	tardif au sein du groupe	tardif au sein du groupe	élevée

Les Variétés de sorgho fourrager mono coupe

Valorisation des sorghos fourragers monocoupe en ensilage et autres usages

Le sorgho destiné à l'ensilage s'est développé au cours des dernières années.

Trois grands types de sorgho peuvent s'utiliser en fourrage :

● Le sorgho fourrager (type sudan-grass ou hybride sorgho x sudan-grass) qui est destiné au pâturage, à la fauche ou à l'enrubannage durant l'été. Il ne contient pas d'amidon et s'exploite en plusieurs coupes à partir d'un stade d'environ 60 cm qui minimise l'acide cyanhydrique. Cette faculté fait qu'il est aussi appelé sorgho multi coupe. Sa valeur énergétique est faible

● Le sorgho grain. Cultivé pour son grain, il peut aussi être ensilé. Sa valeur alimentaire, liée à sa teneur élevée en grains (environ 50 % de la MS) présente un intérêt sous forme d'ensilage pour les ruminants. Le stade de récolte doit être maitrisé pour limiter les taux d'amidon trop élevés mal valorisés par les vaches laitières (acidose) et éviter des duretés de grains qui les rendent difficiles à éclater et valoriser.

● Le sorgho sucrier est uniquement destiné à la récolte en plante entière, tant en ensilage pour les ruminants que pour d'éventuelles valorisations en biomasse. Son rendement en plante entière est supérieur au sorgho grain. Les grains peuvent présenter toutefois des tanins. Sa teneur en amidon est faible (souvent inférieure à 10 % de la MS). Sa valeur énergétique est principalement liée à l'accumulation de sucres solubles dans ses tiges. On distingue :

- les sorghos sucriers communs. De valeur énergétique moyenne (faible teneur en amidon), ils présentent de bons potentiels de rendement et s'avèrent relativement résistants à la verse. La zone de culture reste néanmoins limitée par la tardiveté des variétés disponibles.

- les sorghos sucriers BMR. Ces derniers ont la particularité d'avoir une lignification différente, ce qui améliore leur digestibilité et permet des valeurs énergétiques très élevées, équivalentes à supérieures à celles du maïs ensilage. Cette caractéristique est liée à la présence du gène BMR (Brown mid rid = nervure brune centrale) qui a néanmoins l'inconvénient, comme pour les maïs porteurs de ce gène, de rendre les plantes sensibles à la verse, avec des conséquences de difficultés de récolte. L'offre variétale reste limitée à des variétés relativement tardives qui ne peuvent être cultivées que dans des régions à bonne disponibilité en température, avec les risques de récoltes différées qui exposent la culture à la verse.

L'augmentation des surfaces de sorgho fourrager et la création d'un catalogue officiel de variétés de sorghos fourragers conduit à une évaluation en routine des valeurs agronomiques et énergétiques des variétés de sorgho fourrager.

L'étude sur les indicateurs de valeur énergétique en ensilage, réalisée au cours des dernières années avec le concours financier du Ministère de l'Agriculture, a permis à la fois de proposer

Les travaux de recherche de mise au point de la méthode de prédiction des valeurs énergétiques des sorghos en sortie de champ (1) conduits entre 2009 et 2012 ont débouché sur une équation d'estimation de la teneur en UFL adaptée aux différents types de sorgho. Cette équation repose largement sur la digestibilité enzymatique de l'ensilage (méthode Aufrère). Elle peut être mise en œuvre en routine grâce à l'obtention d'une calibration des mesures par NIRS (spectres mesurés dans le proche infrarouge) des différents constituants qui entrent dans l'équation.

(2) Références issues de mesures NIRS dans le cadre d'une étude conduite sur les méthodes de prédiction de la valeur énergétique du sorgho pour les ruminants bénéficiant d'un soutien du Ministère de l'Agriculture (AMS du CTPS),

Règlement technique CTPS pour l'inscription des variétés de sorghos fourragers mono coupe

Le développement du sorgho fourrager mono coupe a conduit à réaliser, à partir de 2008, des épreuves de valeurs agronomiques et énergétiques de ces sorghos en vue de leur inscription au catalogue officiel français. 9 variétés Précoces à Demi Tardives et 10 variétés Tardives à Très Tardives, dont les grandes caractéristiques figurent sur le tableau 1, ont été expérimentées en Post-Inscription en 2013. Elles correspondent aux nouvelles inscriptions, aux variétés considérées comme pertinentes à maintenir en essais et aux variétés de référence retenues pour l'inscription des nouveautés du réseau d'expérimentation commun de pré et post-inscription (1).

La teneur énergétique (UFL = unité fourragère laitière/kg de matière sèche) sera désormais un critère de classification des variétés de sorgho fourrager mono coupe en fonction de leur usage potentiel. En effet, la section maïs et sorgho du CTPS a acté la mise en œuvre à partir de 2014 de la classification suivante :

■ Sorghos fourragers multi-coupes

■ Sorghos fourragers mono coupe, qui seront différenciés en 3 classes selon leur potentiel de valorisation par les bovins, avec les sorghos fourragers mono coupe appelés :

- « ensilage » dont les teneurs en UFL apportent une valeur énergétique élevée, pouvant de fait être distribués à des bovins en ration de base quasi exclusive. Pour bénéficier de cette mention, la teneur en UFL doit être strictement supérieure à la moyenne des témoins + 7 points, sachant que les témoins retenus représentent la diversité des variétés étudiées.
- « à usages principalement industriels » qui s'illustrent par leur forte production en biomasse mais dont les valeurs énergétiques sont faibles, avec des teneurs en UFL strictement inférieures à la moyenne des témoins - 8 points.
- « doubles usages » à teneurs en UFL intermédiaires, appartenant à la plage de teneur en UFL définie par l'intervalle -8 points< témoins< + 7 points.

Une fois connue la classe de valorisation des variétés, elles sont comparées aux témoins sur 2 critères, dont la valeur d'usage et la verse à la récolte.

La valeur d'usage correspond au rendement en matière sèche pondéré par la précocité et la concentration en UFL, selon l'équation suivante

Valeur usage = (Rendement en t/ha + 0.2 (%MS variété 1 – %MS témoins)) * 2 fois la teneur en UFL.

La verse à la récolte est notée sur une échelle de 0 à 10 correspondant au prorata de plantes versées, soit la note de verse = pourcentage/10

Les variétés qui seront significativement inférieures aux témoins au seuil alpha = 0.20 en valeur d'usage seront refusées, ainsi que celles dont la moyenne de verse sera significativement inférieure aux témoins au seuil alpha = 0.05. En revanche, les autres variétés (non significativement inférieures en valeur d'usage et en verse seront admises en VATE).

L'évaluation en Post-Inscription

Les variétés de sorgho fourrager mono coupe sont inscrites depuis 2010 au catalogue officiel français avec des expérimentations de valeurs agronomique et technologique réalisées à titre informatif et méthodologique. Les nouvelles règles d'inscription mobilisées à partir de 2014 permettront non seulement d'apporter des garanties de progrès génétiques par rapport aux variétés témoins (références agronomiques et zootechniques à développement significatif en grandes cultures), mais aussi de classer les variétés dans les 3 rubriques de sorghos fourragers mono coupe.

Comme les variétés les variétés inscrites et développées en France, qui présentaient des performances et quantités de semences suffisantes ont fait et font l'objet d'expérimentation en Post-Inscription, il est donc possible de confirmer leurs performances sur plusieurs années et de les affecter dans les différentes catégories d'utilisation

L'expérimentation de Post-Inscription 2013 a porté sur les nouvelles inscriptions de l'année, les variétés considérées comme pertinentes à maintenir et les variétés qui ont été expérimentées en réseau Probatoire, une épreuve ouverte aux variétés du catalogue européen et que leurs représentants en France souhaitent commercialiser avec des références.

Présentation des variétés

Précocité à l'épiaison	Précocité à la maturité	Valeur d'usage (1)	Nom	catalogue UE	Type de variété	Obtenteur	Représentant	Année inscription
Groupe G1 (précoce à Demi-Tardif et de taille moyenne)								
DP	P	DU	ARBATAX SP	c	HS	Sud Céréales	Semences de Provence	IT-2011
DP	DP	E	ARIGATO		HS	Eurosorgho	Semences de Provence	2017
DT	DT	E	BUFFALO GRAIN		HS	M.M.R. Genetics (US)	Semental SAS	2013
DP	DT	DU	ES HARMATTAN		HS	Euralis Semences	Euralis Semences	2011
P	DP	E	JASPE		HS	Eurosorgho	Semences de Provence	2019
DT	T	E	NUTRIGRAIN		HS	Advanta Seeds International	Barenbrug France	2017
P	T	DU	RGT BIGGBEN		HS	RAGT 2n	RAGT Semences	2020
P	P	DU	RGT SWINGG		HS	RAGT 2n	RAGT Semences	2017
DP	DT	E	RHODES		HS	Eurosorgho	France Canada s./Euralis	2019
DT	DP	DU	VEGGA		HS	RAGT 2n	RAGT Semences	2012
Groupe G2 (Demi-Tardif à Très Tardif et de plus grande taille)								
T	DP	PI	AMIGGO		HS	RAGT 2n	RAGT Semences	2012
photop	TT	DU	BIG DRAGOON		HS	M.M.R. Genetics (US)	Semental SAS	2013
photop	TT	DU	BIG KAHUNA		HS	M.M.R. Genetics (US)	Semental SAS	2010
photop	T	E	BMR 333	c	HS	Garrison & Townsend (USA)	Barenbrug France	IT-2003
Tps	T	E	BMR GOLD X	c	HS	Scott Seeds Company	Semences de Provence	IT-2013
Tps	T	E	ELITE		HS	M.M.R. Genetics (US)	Semental SAS	2011
DP	DT	DU	EMERAUDE		HS	Eurosorgho	Semences de Provence	2019
DT	DT	E	ES ATHENA		HS	Eurosorgho	Euralis Semences	2015
photop	TT	E	NUTRITOP STAR	c	HTV	Advanta Seeds International	Caussade Semences	IT-2014
Tps	T	E	PHOENIX		HS	M.M.R. Genetics (US)	Semental SAS	2014
DT	DT	DU	PYRUS		HS	Eurosorgho	France Canada s./Euralis	2018
T	DT	DU	SUCRO 506	c	HTV	Sud Céréales	Semences de Provence	IT-2009
DT	DT	DU	SUPER SILE 20		HTV	Triumph Seed CO. (US)	Caussade Semences	2010
T	DP	E	SAPHIR		HTV	Eurosorgho	Semences de Provence	2020
DT	DP	PI	STYX		HS	KWS SAAT AG	Euralis Semences	PT-2017

(1) Classification de valeur d'usage basée sur les valeurs énergétiques avec E = Ensilage ; DU = Double Usage; PI = Utilisation Principalement Industrielle

c : variétés inscrites au catalogue européen et ayant fait l'objet d'une expérimentation Probatoire

ps : pollen stérile

photop : Sensible à la photopériode

Le réseau et l'utilisation des essais

ESSAIS DES VARIETES ET ZONE D'EXPERIMENTATION DU GROUPE 1

Commune	Dép.	Densité plantes	% MS plante entière		Rendement MS plante entière				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	UFLcent par Kg de MS		Statut en rendement
			Moy	Et	Moy	Et	Min	Max						Moy	Et	
ST PIERRE D AMILLY	17	176.97	35.54	1.22	18.34	1.56	11.96	22.18	27/8	272.58	-	3.27	-	79.79	3.73	RE
ST PAUL LES ROMANS	26	Abandon														E
MONDONVILLE	31	142.82	31.72	1	17.5	1.24	13.76	20.27	12/8	267.58	-	1.18	7.42	91.9	2.37	RE
CLAPIERS	34	180.69	30.93	1.14	18.14	0.86	13.02	22.99	30/7	245.42	-	-	-	92.68	1.81	RE
RIVIERES	81	123.35	27.91	0.71	19.82	1.55	16.02	23.5	18/8	276.97	-	-	7.39	87.91	1.07	RE
REALVILLE	82	-	30.94	1.15	13.879	0.9952	10.47	16.89	25/8	257.1364	-	-	-	92.121	1.42	RE
ST PIERRE D AMILLY	17	177.22	38.74	1.51	16.56	1.13	12.12	20.84	19/8	201.5926	-	3.1	-	98.781	1.8935	RE
L ISLE JOURDAIN	32	177.62	39.58	5.42	15.37	2.6	12.09	17.52	6/8	193.15	-	-	7.33	104.27	1.97	E
LA POUEZE	49	152.85	29.83	0.97	14.39	0.81	10.76	16.44	15/8	189.81	-	0.48	5.89	91.4	1.29	RE
ST MARTIN DE SANZAY	79	110.16	33.51	1.25	13.77	0.69	12.84	15.06		-	-	-	-	102.7	1.53	RE
RIVIERES	81	141.9	33.83	0.98	12.01	1.23	9.95	14	12/8	156.48	-	-	7.22	101.77	1.33	RE
REALVILLE	82	-	34.34	2.11	12.82	0.77	11.42	14.18	22/8	185.74		-		97.07	3.19	E

ESSAIS DES VARIETES ET ZONE D'EXPERIMENTATION DU GROUPE 2

Commune	Dép.	Densité plantes	% MS plante entière		Rendement MS plante entière				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	UFLcent par Kg de MS		Statut en rendement
			Moy	Et	Moy	Et	Min	Max						Moy	Et	
ST PIERRE D AMILLY	17	176.97	35.54	1.22	18.34	1.56	11.96	22.18	27/08/2019	272.58	-	3.27	-	79.79	3.73	RE
ST PAUL LES ROMANS	26	Abandon														E
MONDONVILLE	31	142.82	31.72	1	17.5	1.24	13.76	20.27	12/08/2019	267.58	-	1.18	7.42	91.9	2.37	RE
CLAPIERS	34	180.69	30.93	1.14	18.14	0.86	13.02	22.99	30/07/2019	245.42	-	-	-	92.68	1.81	RE
RIVIERES	81	123.35	27.91	0.71	19.82	1.55	16.02	23.5	18/08/2019	276.97	-	-	7.39	87.91	1.07	RE
REALVILLE	82	-	30.94	1.15	13.879	0.9952	10.47	16.89	25/08/2019	257.1364	-	-	-	92.121	1.42	RE

Les résultats

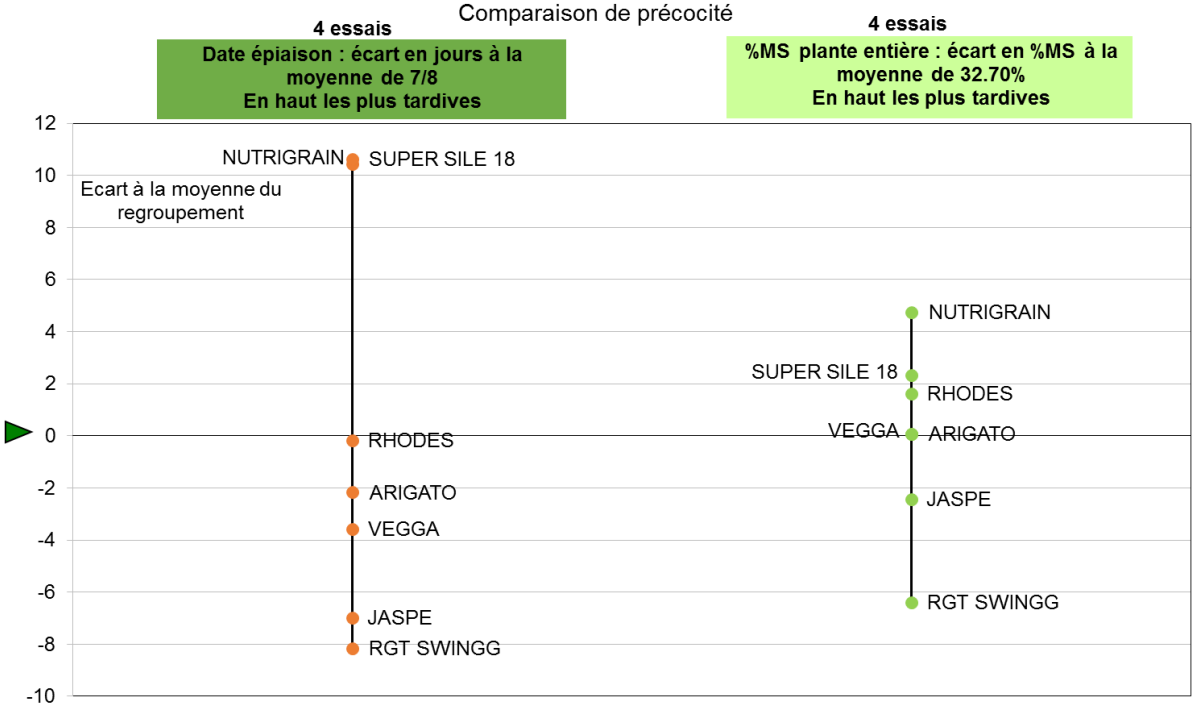
Groupe 1 : variétés précoces à demi-tardives et de taille moyenne

VARIETES Sorgho Monocoupe Monocoupe 1	Densité levée 1000 / ha	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne	Hauteur plante en cm	Date épiaison	Verse à maturité versé, 10 = versé à 100%	% MS Plante entière	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				UFL/Kg de MS	Digestibilité MS Aufrère (*)	Teneurs en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)
							Rdt			E.T.					
	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2017	2018	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
Variétés de référence															
ARIGATO	148.0	7.0	188.9	12/8	-	34.0	93.1	91.2	94.3	8.5	1.05	69.0	20.2	14.8	9.2
NUTRIGRAIN	101.8	5.1	163.9	25/8	-	29.3	88.2	84.6	90.3	10.9	1.00	65.5	14.3	15.5	8.8
RGT SWINGG	171.2	7.2	180.5	6/8	-	40.4	98.7	100.4	103.1	8.2	0.95	65.2	27.8	8.7	9.0
SUPER SILE 18	179.2	7.0	196.6	25/8	-	31.7	116.3	111.6	116.7	10.9	0.86	57.1	10.0	17.3	8.1
VEGGA	151.5	7.0	178.7	11/8	-	34.0	99.3	106.4	101.5	6.9	0.99	67.0	25.2	13.3	8.6
Variétés de 1ère année de Post-Inscription															
JASPE	161.4	7.3	182.1	8/8	-	36.4	108.8	111.4	106.9	5.5	1.02	68.3	26.9	14.6	8.3
RHODES	143.8	6.4	190.1	14/8	-	32.4	95.6	94.4	87.3	12.9	1.02	67.2	18.7	15.0	8.4
Référence							100 =	100 =	100=						
Moyenne des essais	151.0	6.7	183.0	14/8	-	34.0%	14.1 t/ha	13.0 t/ha	13.4 t/ha		0.98	65.6	20.4	14.2	8.6
Nombre d'essais	5	3	5	5	-	4	4	4	4				4		
Analyse statistique P.P.E.S.	25.5	1.04	13.55	5.10	-	2.2%	8.2%	6.7%	13.4%		0.03	2.5	6.3	3.8	0.5

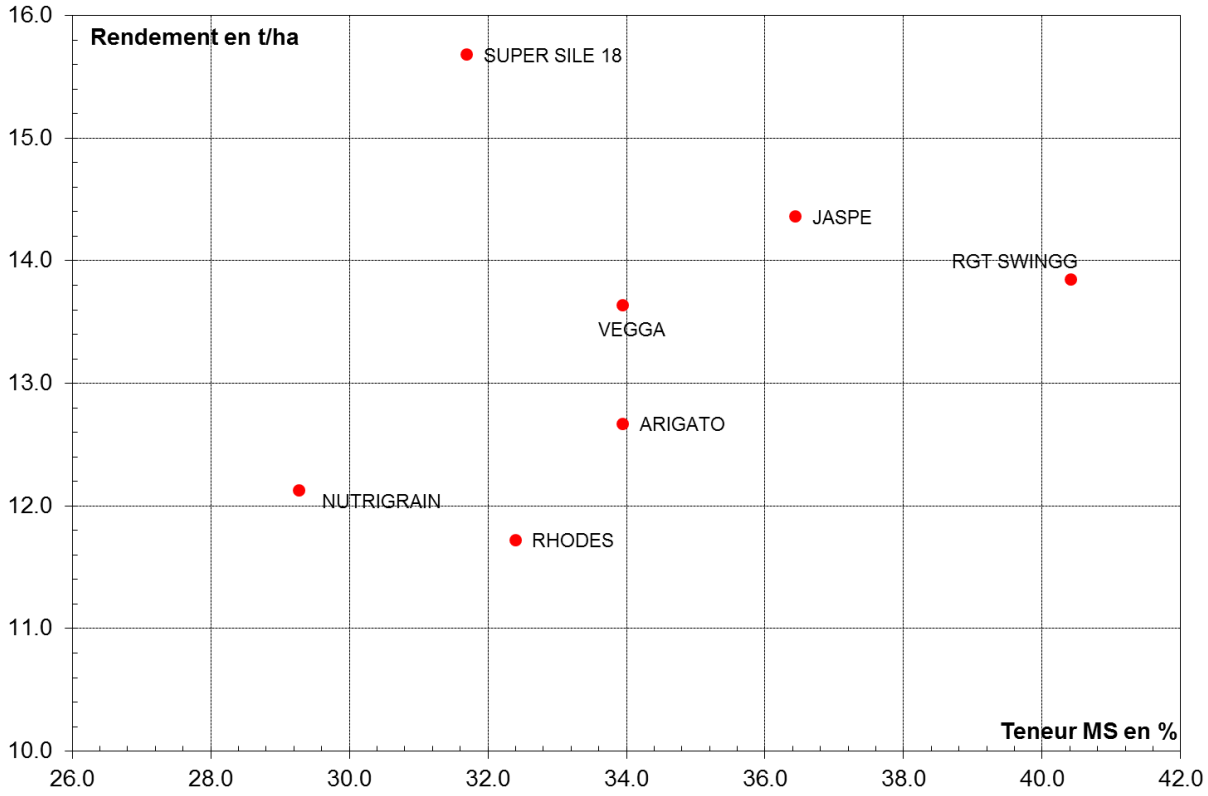
PRECOCITE DES VARIETES

Sorgho plante entière (ensilage et biomasse), Groupe 1

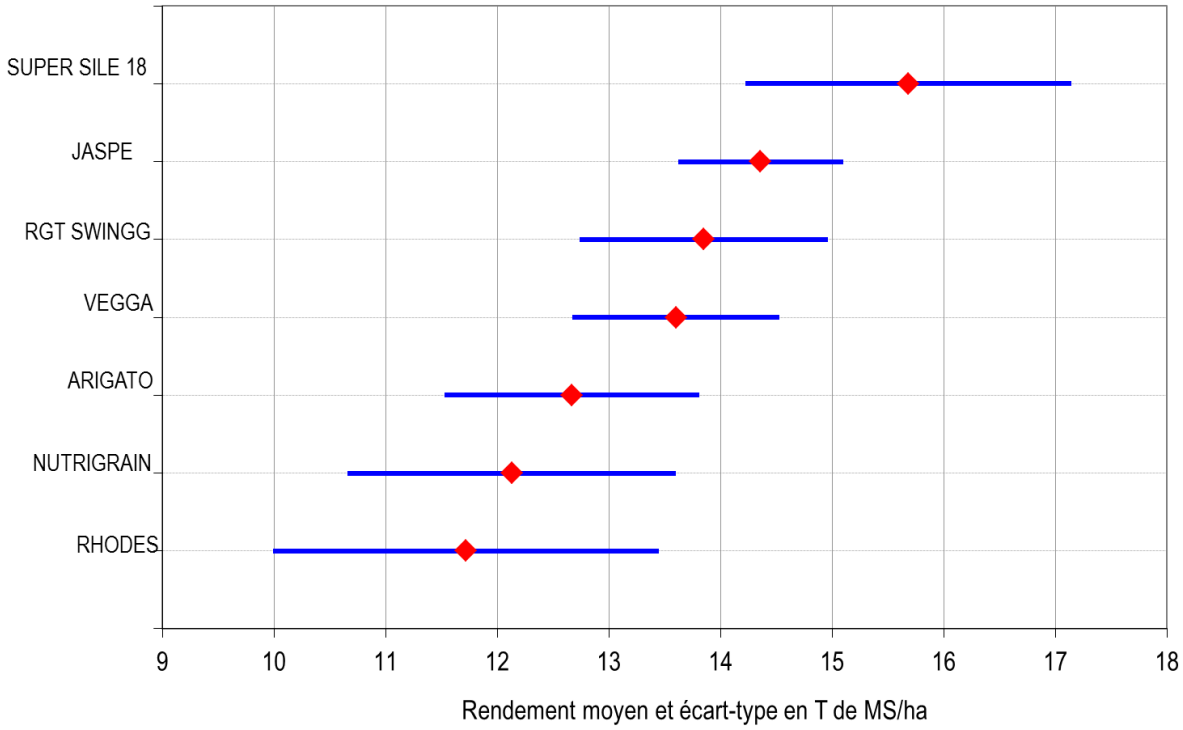
Comparaison de précocité



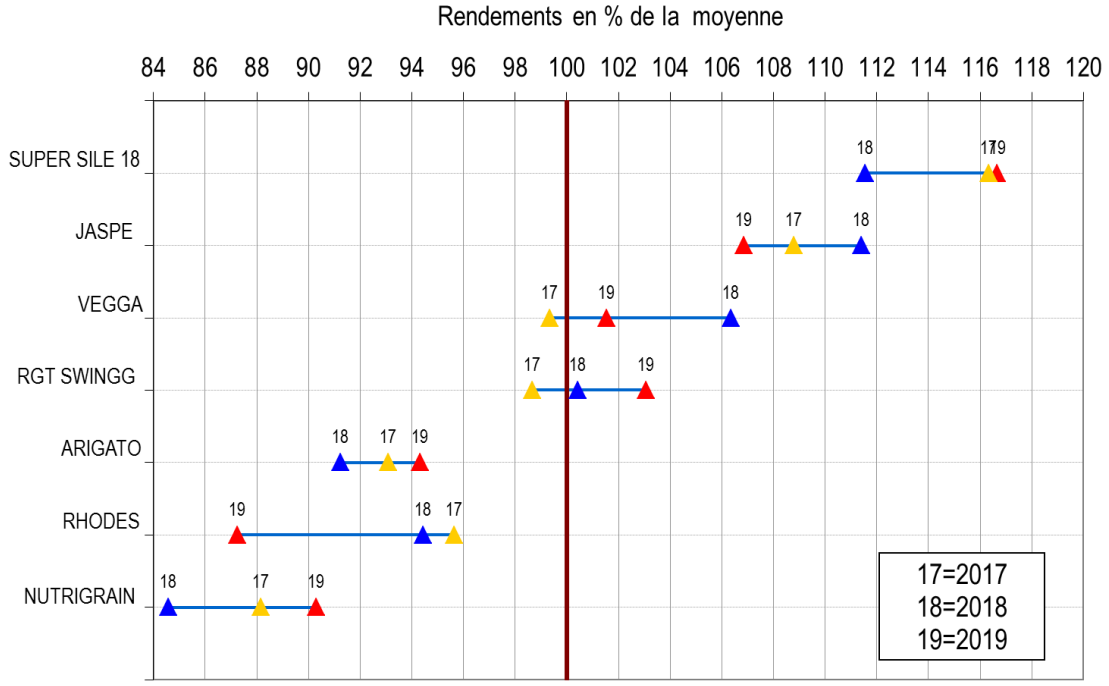
RENDEMENT ET PRECOCITE – RESULTATS 2019



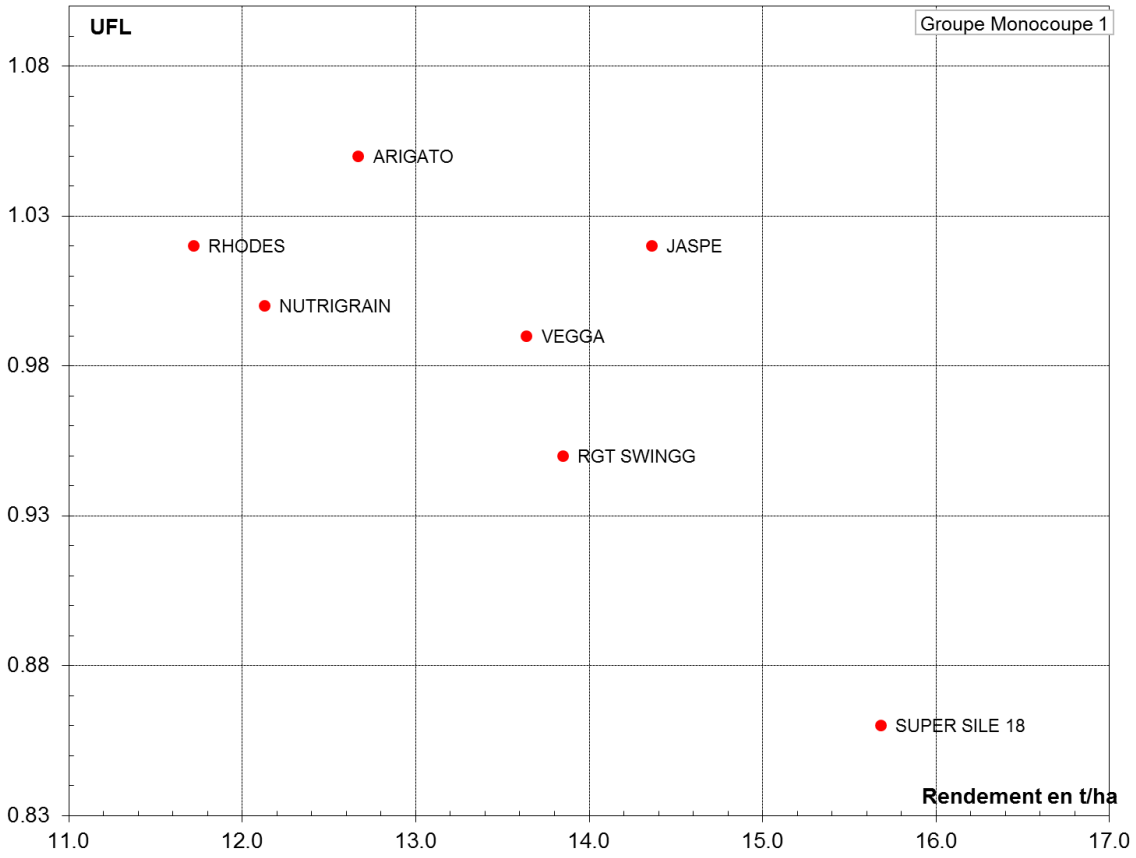
RENDEMENT MOYENS ET ECARTS TYPES DES VARIETES DANS LES ESSAIS EN 2018



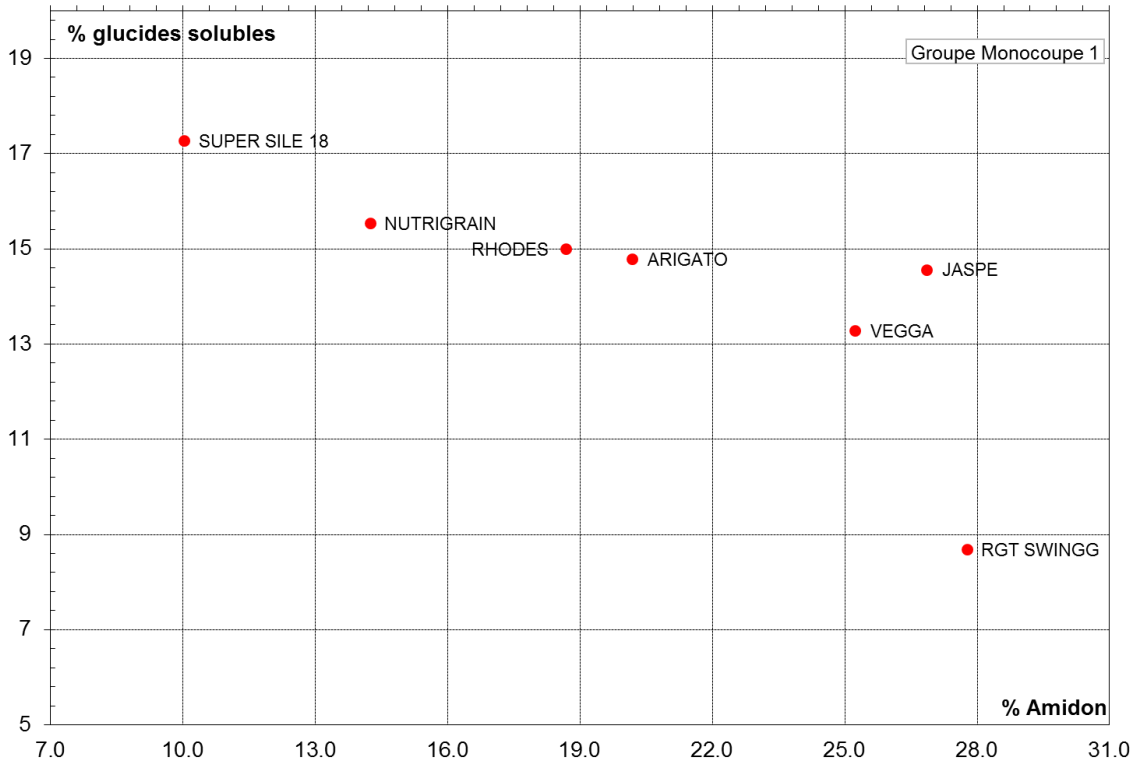
LES RENDEMENTS PLURIANNUELS



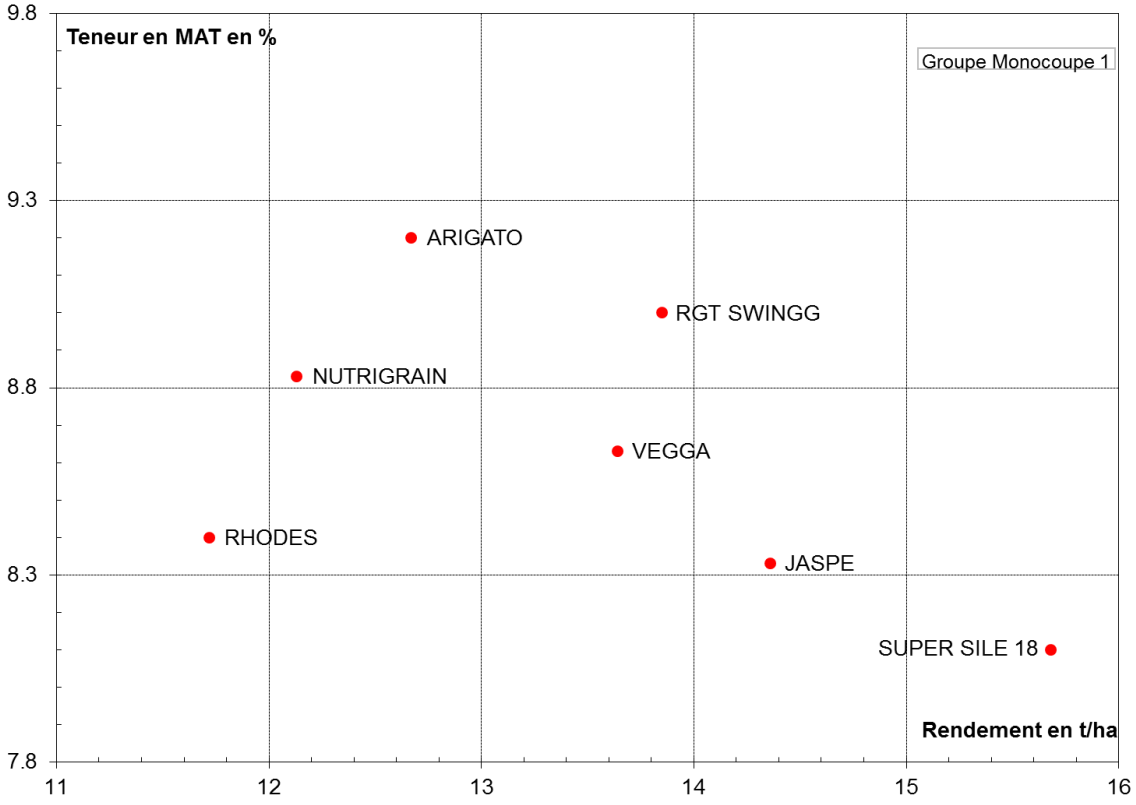
VALEUR ENERGETIQUE ET RENDEMENT



PROFIL DE VALEUR ENERGETIQUE EN GLUCIDES SOLUBLES ET AMIDON



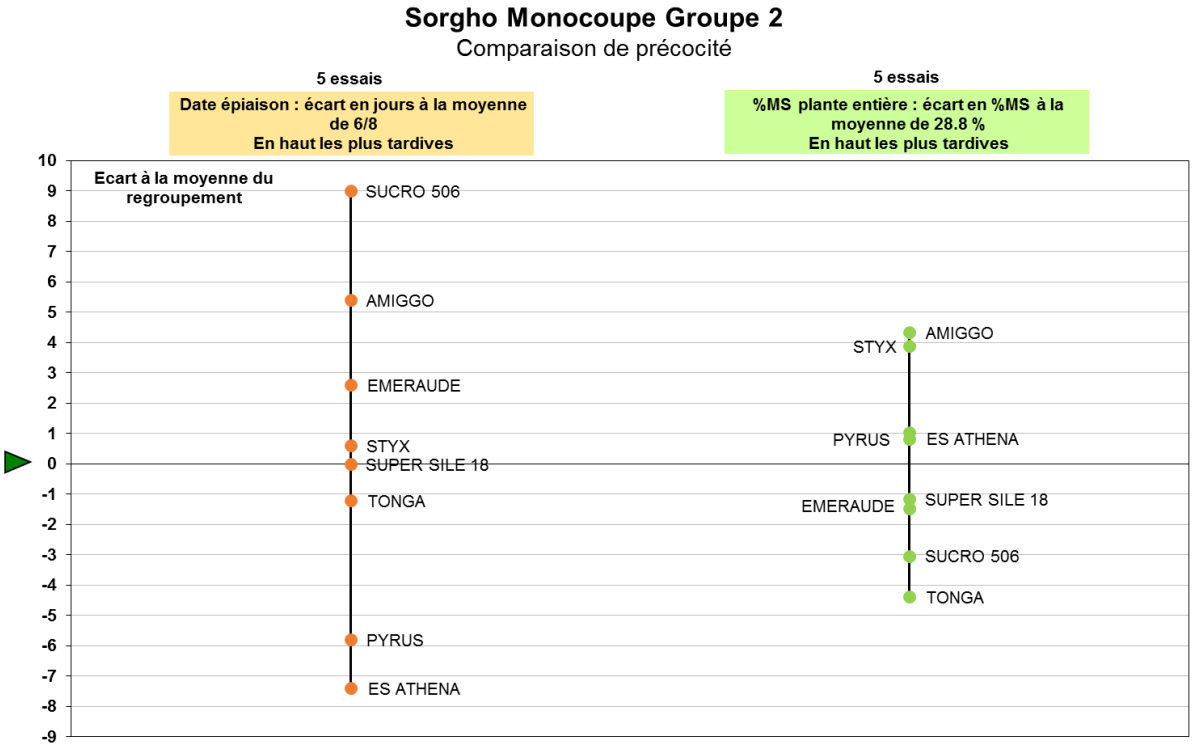
TENEUR EN MAT ET RENDEMENT



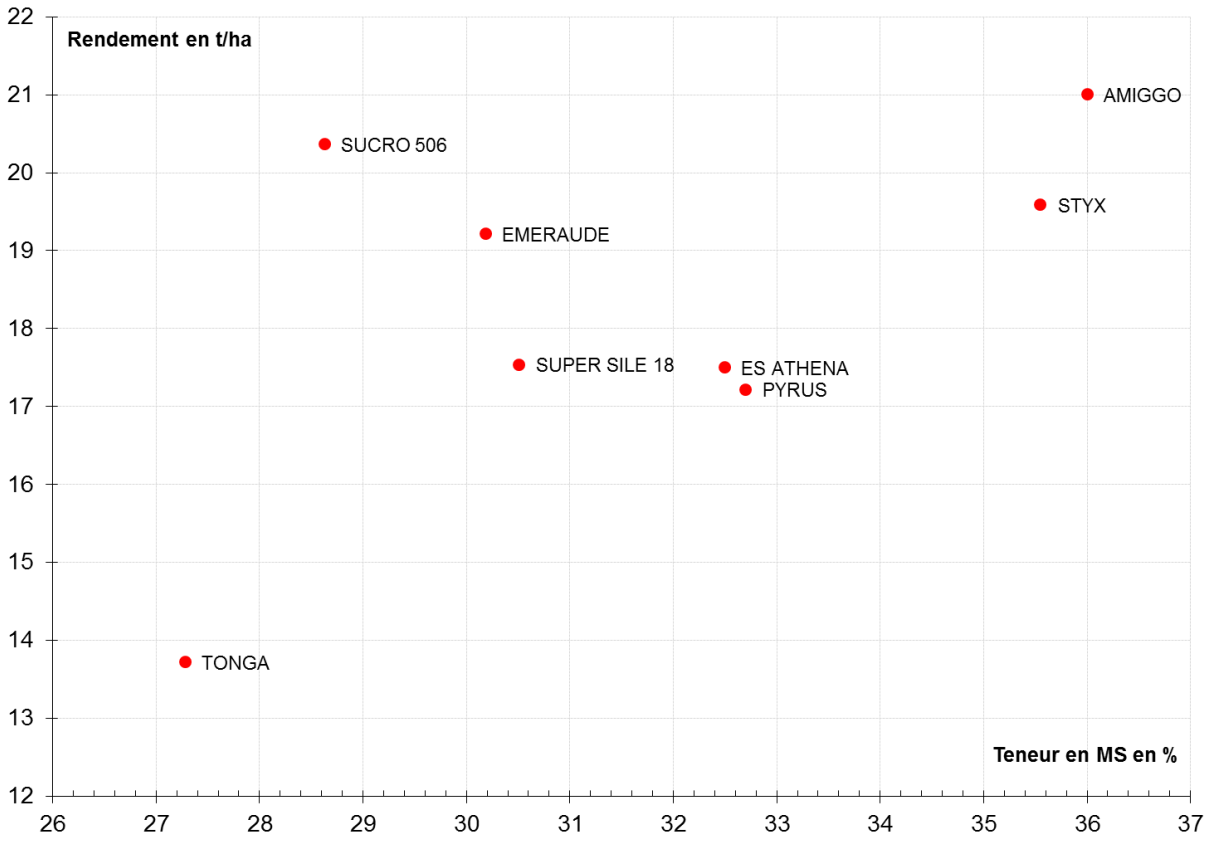
Groupe 2 : variétés demi-tardives à très tardives et de plus grande taille

VARIETES Sorgho Monocoupe Monocoupe 2	Densité levée 1000 / ha	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne	Hauteur plante en cm	Date épiaison	Verse à maturité 1 = peu versé, 10 = versé à 100%	% MS Plante entière	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				UFL/Kg de MS	Digestibilité MS Aufrère (*)	Teneurs en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)
							Rdt			E.T.					
	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2017	2018	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
Variétés de référence															
AMIGGO	162.6	8.5	364.5	20/8	-	36.0	109.6	104.4	115.0	3.4	0.72	47.4	1.0	19.9	6.8
SUPER SILE 18	177.5	7.7	211.6	15/8	-	30.5	96.5	100.1	96.0	8.8	0.87	57.2	7.7	18.9	8.2
SUCRO 506	160.9	8.5	324.6	24/8	-	28.6	112.1	107.5	111.5	6.9	0.79	51.6	0.8	21.8	7.4
ES ATHENA	136.1	5.0	252.2	7/8	-	32.5	91.1	97.1	95.8	4.1	1.01	65.7	16.0	29.5	8.3
TONGA	126.9	6.5	222.4	13/8	-	27.3	81.2	82.3	75.1	6.0	1.04	65.8	6.9	22.7	8.3
Variétés de 2ème année de Post-Inscription															
STYX	118.5	8.3	348.2	15/8	-	35.6	109.4	103.4	107.2	7.5	0.72	49.0	7.2	15.4	7.2
PYRUS	158.5	7.3	227.5	9/8	-	32.7	96.8	100.7	94.2	5.2	0.95	64.1	21.7	16.1	8.4
Variétés de 1ère année de Post-Inscription															
EMERAUDE	174.2	6.8	300.6	17/8	-	30.2	103.4	104.5	105.2	6.0	0.95	59.5	3.9	28.7	6.2
Référence **Moyenne des essais**	151.9	7.3	281.5	15/8	-	31.7%	100 = 16.0 t/ha	100 = 15.1 t/ha	100= 18.27 t/ha		0.88	57.5	8.1	21.6	7.6
Nombre d'essais	4	2	5	5	-	5	5	6	4				3		
Analyse statistique P.P.E.S.	15.0	2.7	19.0	4.59	-	1.8%	7.6%	8.5%	8.2%		0.05	3.4	6.6	6.2	0.9

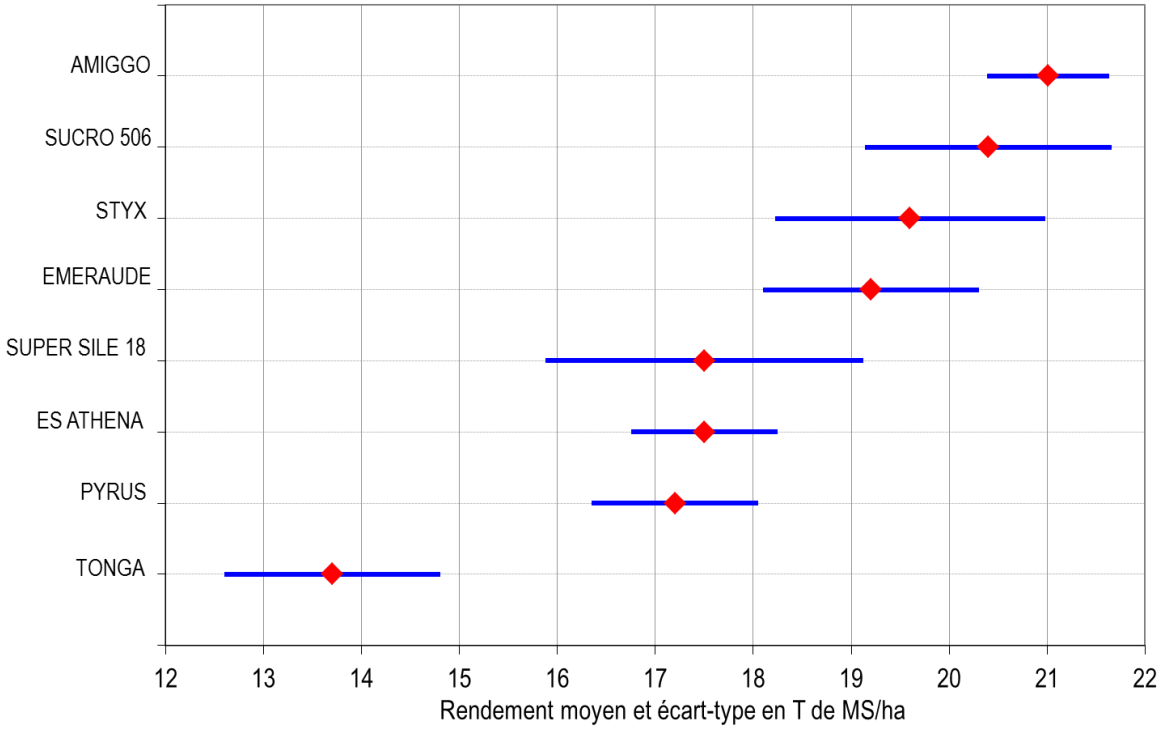
PRECOCITE DES VARIETES



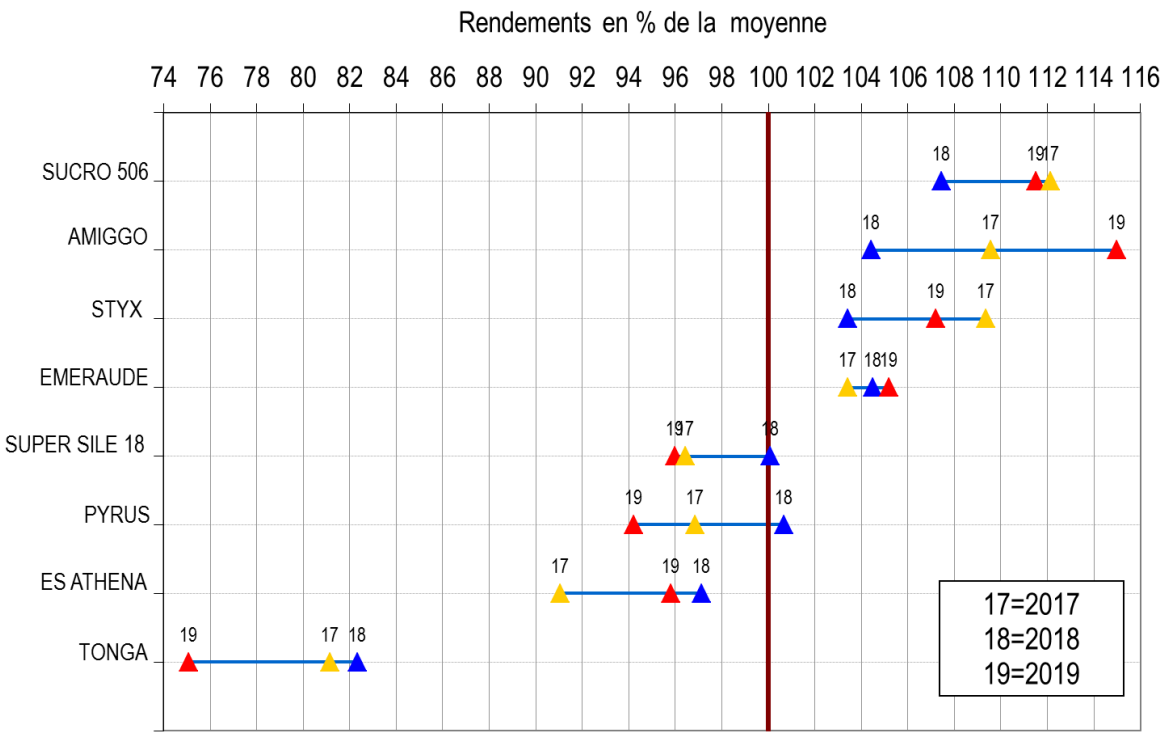
RENDEMENT ET PRECOCITE – RESULTATS 2018



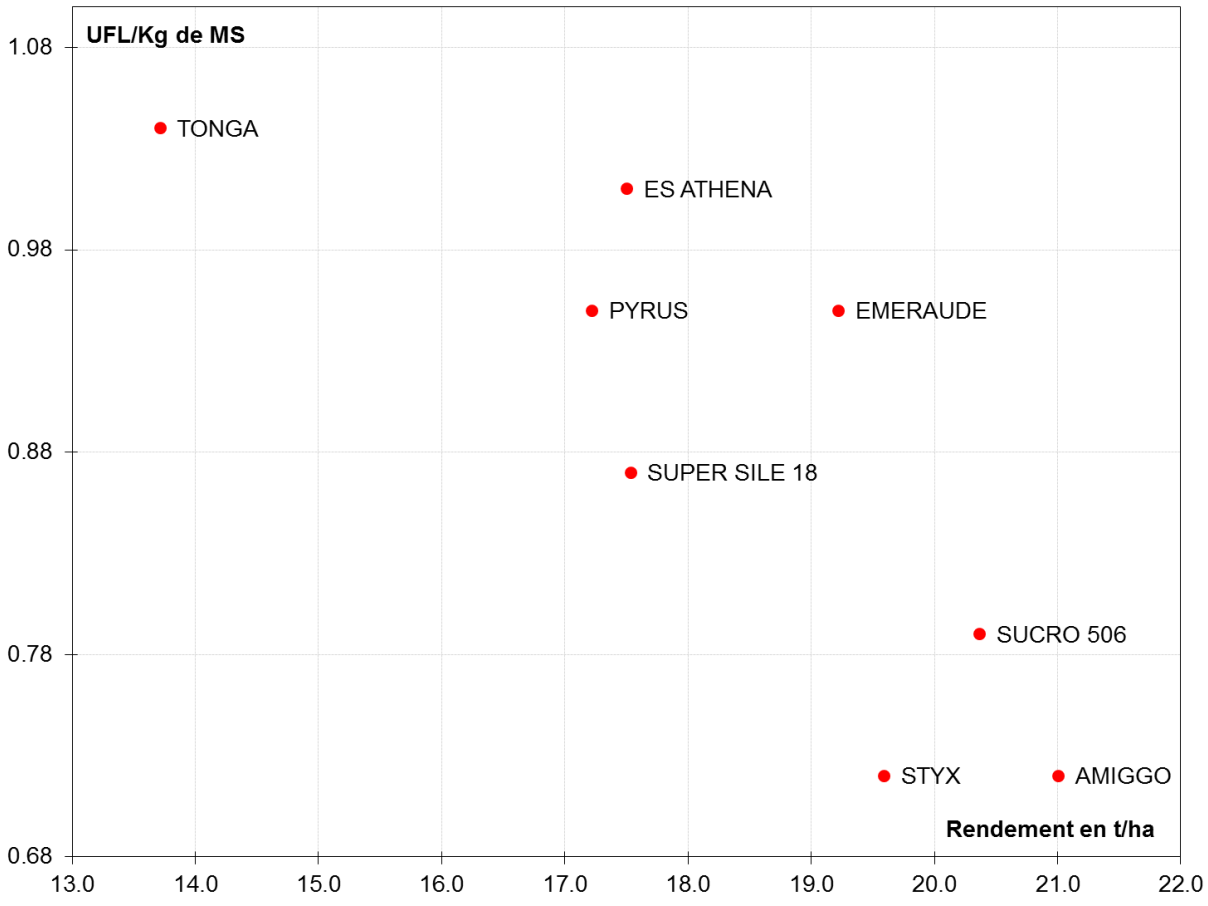
RENDEMENT MOYENS ET ECARTS TYPES DES VARIETES DANS LES ESSAIS EN 2018



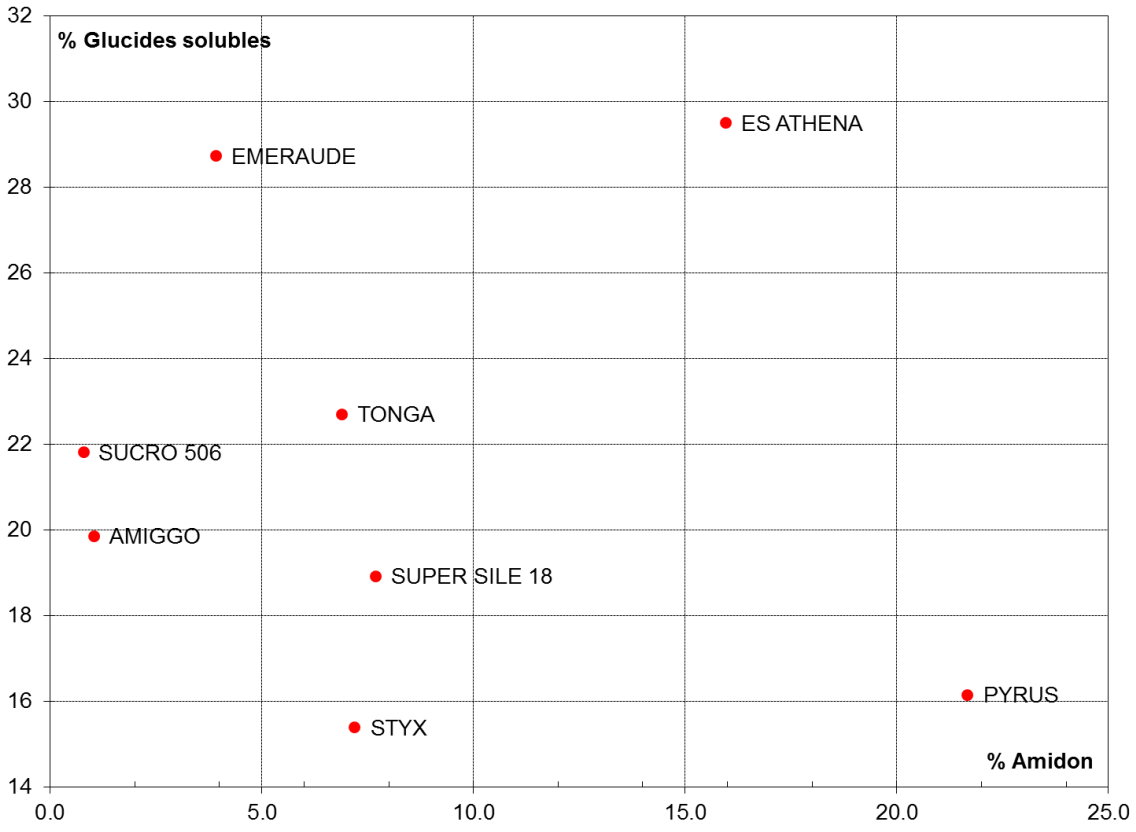
LES RENDEMENTS PLURIANNUELS



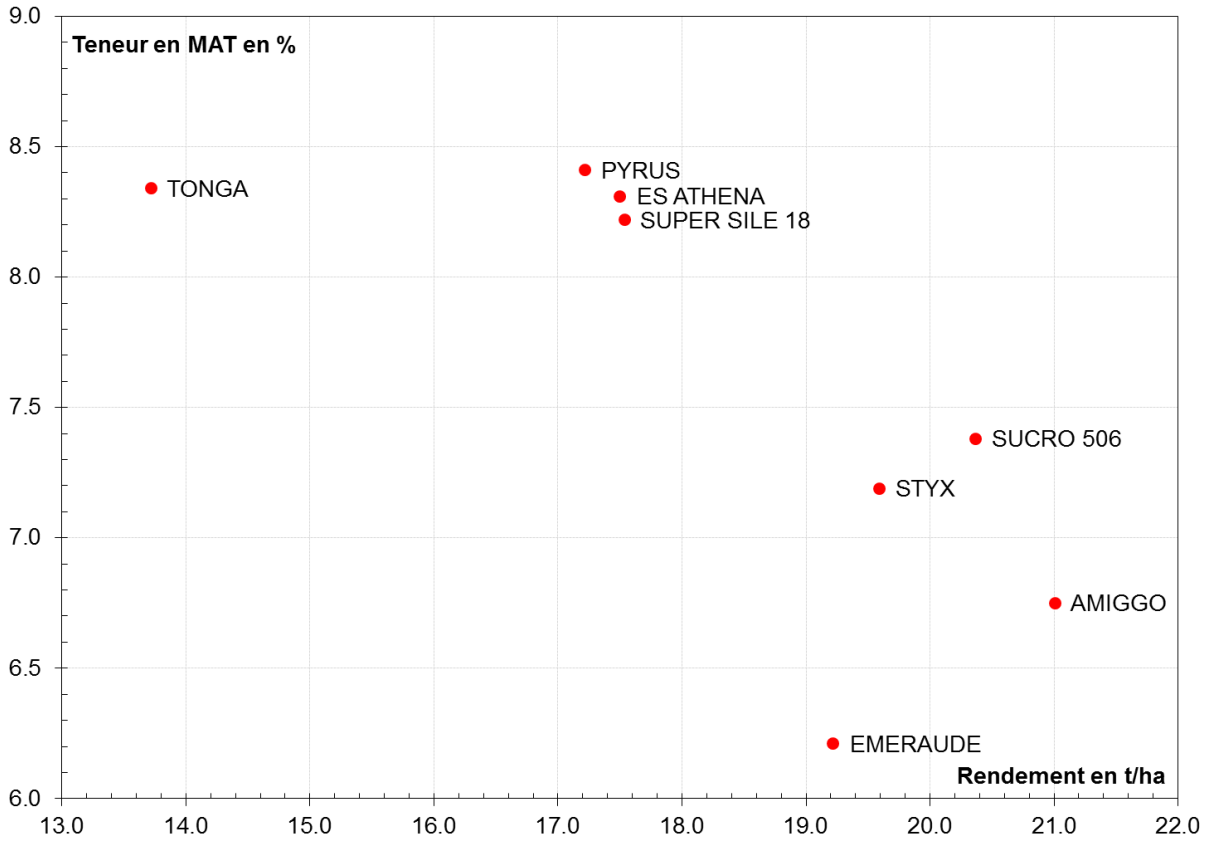
VALEUR ENERGETIQUE ET RENDEMENT



PROFIL DE VALEUR ENERGETIQUE EN GLUCIDES SOLUBLES ET AMIDON



TENEUR EN MAT ET RENDEMENT



Synthèse pluriannuelle actualisée des différentes caractéristiques des variétés de sorgho fourrager monocoupe

La diffusion des résultats annuels des variétés expérimentées dans l'année présente des limites, même lorsque celle des données antérieures qui décrivent la variabilité interannuelle est effectuée. En effet, elle ne permet pas de resituer les performances et les caractéristiques des nouvelles variétés par rapport aux hybrides testés les années précédentes et non maintenus en expérimentation pour des raisons de faisabilité, ni de tenir compte de la variabilité interannuelle de leurs comportements dans l'estimation des valeurs moyennes des différentes caractéristiques des variétés. Elle ne valorise pas non plus les données antérieures qui apportent de la puissance aux références. La familiarisation à l'utilisation de méthodes statistiques qui permettent d'estimer des moyennes ajustées sur des séries de données incomplètes, où les variétés ne sont pas expérimentées ensemble les mêmes années, permet de valoriser toute l'information disponible acquise au cours du cursus d'expérimentation des variétés en CTPS et de Post-Inscription.

L'objectif des synthèses pluriannuelles est de proposer des estimations de valeurs moyennes pour les différents caractères pris en compte dans l'évaluation et le choix des variétés expérimentées au cours des dernières années et proposées aux agriculteurs. Les données prises en compte et les méthodes utilisées sont présentées.

ORIGINE DES DONNEES

Les ajustements ont été effectués pour les différents critères étudiés à l'aide des données d'essais valables des réseaux :

• de Post-Inscription ARVALIS – PROSORGHO et GEVES acquises au cours des années 2010 à 2019,

• des épreuves de VATE (Valeur agronomique, technologique et environnementale) du CTPS des années 2010 à 2019. Ces données fournies par le GEVES sont valorisées dans le cadre d'une convention sur la valorisation du continuum d'acquisition de références entre la pré et la post-Inscription.

• « Probatoire » des années 2010 à 2018. Ce réseau effectue des tests préalables sélectifs à l'introduction en Post-Inscription de variétés qui font l'objet d'intention de développement en France alors que les variétés ont été inscrites au catalogue européen suite à une inscription dans un autre pays qu'en France.

La prise en compte des résultats de chacun des essais valorisés repose sur les validations annuelles des données pour les différents caractères dans le cadre de commissions du CTPS.

LES CARACTERES FAISANT L'OBJET D'AJUSTEMENTS DE VALEURS MOYENNES

Les synthèses effectuées portent sur les caractères présentés dans le tableau ci-après. L'expression des références varient selon les caractères. Les rendements, teneurs en matière sèche de la plante entière, dates d'épiaison et concentration en UFL sont exprimés en valeurs relatives ou en écart avec les estimations de moyennes des variétés expérimentées en Post-Inscription en 2019. Les résultats des estimations de notes de verse, de notes de vigueur au départ, et de hauteur de plantes sont quant à eux présentés dans leur unité d'origine. Les périodes d'expérimentation sont précisées pour chaque variété.

Caractères	Expression des résultats	Echelle et sens de lecture
Rendement	En % de la moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 dans le groupe de précocité	Un pourcentage élevé correspond à un rendement supérieur à la moyenne des variétés testées en 2019
Précocité à la récolte : • teneurs en matière sèche (MS) de la plante entière en sorgho fourrager monocoupe	Écart en points de teneur en MS avec la moyenne de la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Une valeur positive signifie que la variété est plus précoce en sorgho fourrage
Verse	En note de verse, sachant que 0 = pas de verse et 9 = 90 % de plantes versées	Une note faible signifie que la variété a peu versé en moyenne. La donnée est à comparer aux autres variétés
Valeur énergétique : UFL	En % de la moyenne des variétés expérimentées dans la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Un pourcentage élevé correspond à une concentration en UFL supérieure à la moyenne des variétés testées en 2019
Précocité à l'épiaison estimée en nombre de jours	Écart en nombre de jours de la date d'épiaison avec la moyenne de la liste des variétés expérimentées en 2019 dans le groupe de précocité considéré	Un écart positif signifie que la variété est plus tardive à l'épiaison
Vigueur au départ	Note moyenne ajustée de vigueur au départ dans une échelle de 0 à 10	10 = correspond à une très bonne vigueur, des notes faibles représentent de moindres vigueurs

LES METHODES D'AJUSTEMENTS STATISTIQUES

Les moyennes ajustées ont été calculées avec un modèle linéaire mixte approprié à l'analyse de tableaux de données incomplètes. La méthode d'estimation utilisée est REML et la mise en œuvre a été réalisée dans le logiciel « R » avec la fonction « lmer » du package « lme4 ». Le facteur « variétés » est considéré comme un facteur à « effets fixes », alors que les effets « années » et « essais » sont pris en compte en tant que facteurs à « effets aléatoires ». Le modèle prend en compte un effet « variétés » et un effet « essais ». Ces méthodes sont classiquement utilisées en routine pour estimer le progrès génétique réalisé sur différents caractères à partir de données d'essais historiques.

VARIETES PRESENTEES DANS LES SYNTHESES

Par construction, le nombre de données n'est pas homogène par variété au sein d'un même groupe de précocité, car il varie en fonction de la trajectoire des variétés dans les réseaux d'expérimentation et de la durée du maintien des variétés dans les listes de variétés expérimentées. Les variétés de référence ou témoins disposent d'un plus grand nombre de résultats que des variétés expérimentées durant 2 ans par le CTPS et étudiée une seule année en Post-Inscription.

Des références de moyennes ajustées sont présentées pour toutes les variétés ayant été expérimentées au moins une année en réseau de Post-Inscription ARVALIS –PROSORGHO depuis 2014 et toujours proposées à la commercialisation, c'est-à-dire figurant sur le dépliant des variétés de sorgho 2019 édité par ARVALIS-Institut du végétal en collaboration avec le GEVES et PROSORGHO.

Nathalie MANGEL, Bruno MARTIN et Delphine AUDIGEOS (ARVALIS)

Céline GELOT, Christophe GRIZEAU et Valérie UYTTEWAAL (GEVES)

Variétés de sorgho fourrager monocoupe du groupe 1 expérimentées en Post-Inscription

Variétés	Année d'inscription (1)	Représentant (2)	Valeur d'usage (3)	Période d'expérimentation	Note de vigueur au départ (4)	Hauteur des plantes en cm (4)	Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne* (5)	Rendement en % de la moyenne* (5)	Précocité à la récolte en écart de teneur en MS plante entière avec la moyenne* (5)	Note de verse (5)	UFL en % de la moyenne (5)	Digestibilité MS Aufrère (4)	Teneurs en amidon en % (4)	Teneurs en sucres solubles en % (4)	Teneurs en MAT en % (4)
ARBATAX SP	IT-2011	Semences de Provence	DU	2011-2013	7.5	207.5	-3.6	98.5	7.3	1.9	90.3	61.1	25.4	7.1	7.5
ARIGATO	2017	Semences de Provence	E	2015-2019	6.9	192.7	-0.4	93.7	-0.4	1.7	108.2	67.4	19.3	12.9	8.2
BUFFALO GRAIN	2013	Semental SAS	E	2012-2015	6.0	165.9	10.4	91.5	-3.4	1.6	102.1	63.5	11.4	15.5	8.2
ES HARMATTAN	2011	Euralis Semences	DU	2010-2016	5.9	180.1	-1.2	99.1	-2.3	1.9	94.0	64.0	24.1	9.5	8.0
JASPE	2019	Semences de Provence	E	2017-2019	7.3	191.4	-6.4	107.9	2.3	1.0	103.2	67.0	28.0	10.8	7.7
NUTRIGRAIN	2017	Barenbrug France	E	2015-2019	5.3	162.2	7.6	91.2	-4.4	1.2	105.3	65.3	14.1	14.7	8.1
RGT SWINGG	2017	RAGT Semences	DU	2015-2019	7.3	182.7	-6.6	101.7	6.7	2.2	94.1	62.4	26.6	5.8	8.2
RHODES	2019	France Canada s./Euralis	E	2017-2019	6.9	196.4	0.4	92.8	-2.1	2.7	104.7	65.8	17.5	13.6	7.7
SUPER SILE 18	2010	Caussade Semences	DU	2010-2019	7.3	194.6	6.0	110.0	-1.6	2.3	89.0	57.8	14.0	13.8	7.4
SUPER SILE 20 (mono2)	2010	Caussade Semences	DU	2010-2015	6.1	213.7	5.5	104.8	-2.0	3.3	90.7	59.1	14.2	15.3	7.6
VEGGA	2012	RAGT Semences	DU	2011-2019	6.8	185.3	-0.5	102.7	-0.6	2.3	95.5	63.6	23.8	10.1	7.9

Moyenne* = moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 (indiquées en bleu)
mono2 = Sorgho fourrager monocoupe 2 (demi-tardif à très tardif)
Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO)

Variétés de sorgho fourrager monocoupe du groupe 2 expérimentées en Post-Inscription

Variétés	Année d'inscription (1)	Représentant (2)	Valeur d'usage (3)	Sensible à photopériode (photop) ou pollen stérile (ps)	Rendement en % de la moyenne*		Note de vigueur au départ (4)	Hauteur des plantes en cm (4)	Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne* (5)	Rendement en % de la moyenne* (5)	Précocité à la récolte en écart de teneur en MS plante entière avec la moyenne* (5)	Note de verse (5)	UFL en % de la moyenne (5)	Digestibilité MS Aufrère (4)	Teneurs en amidon en % (4)	Teneurs en sucres solubles en % (4)	Teneurs en MAT en % (4)
AMIGGO	2012	RAGT Semences	PI		2010-2019		7.8	345.8	1.7	115.1	6.0	2.2	80.3	46.4	5.1	13.3	6.1
BIG DRAGOON	2013	Semental SAS	DU	photop	2010-2014		6.3	259.1	-	98.1	-7.6	2.0	104.9	58.7	0.5	19.4	7.0
BMR 333	IT-2003	Barenbrug France	E	photop	2013-2015		7.7	269.6	4.9	98.7	-4.0	3.2	109.8	60.8	3.4	17.5	6.7
ELITE	2011	Semental SAS	E	ps	2010-2015		5.8	243.4	1.7	75.2	-3.3	5.3	113.4	63.2	6.3	20.0	7.5
EMERAUDE	2019	Semences de Provence	DU		2017-2019		6.3	290.5	0.4	105.6	-0.5	2.3	107.5	59.1	8.4	21.8	6.0
ES ATHENA	2015	Euralis Semences	E		2013-2019		4.8	252.3	-5.6	91.6	0.2	3.1	114.4	63.2	11.8	26.0	7.2
NUTRITOP STAR	IT-2014	Caussade Semences	E	photop	2015-2018		6.2	259.2	-	92.2	-6.9	2.5	108.4	60.0	1.2	16.6	6.8
PYRUS	2018	France Canada s./Euralis	DU		2016-2019		6.6	247.9	-3.6	99.0	0.2	2.5	106.0	59.8	12.5	18.2	7.1
STYX	PT-2017	Euralis Semences	PI		2017-2019		7.2	333.5	-1.8	107.8	5.1	2.4	79.3	47.2	7.5	11.2	6.4
SUCRO 506	IT-2009	Semences de Provence	DU		2010-2019		7.7	306.4	4.8	114.3	-1.0	2.3	90.1	51.2	2.9	18.2	6.5
SUPER SILE 18 (mono1)	2010	Caussade Semences	DU		2014-2019		6.8	207.1	-0.4	96.6	0.0	2.1	96.6	56.2	11.0	13.6	7.8
SUPER SILE 20	2010	Caussade Semences	DU		2010-2015		6.1	231.6	-1.2	92.6	-0.2	3.2	99.7	57.2	12.9	15.2	7.6
SWEET VIRGINIA	2010	Semental SAS	E		2010-2016		6.2	255.0	-3.0	75.9	-1.8	6.0	114.5	64.5	13.7	15.5	7.3
TONGA	2015	Barenbrug France	E	ps	2012-2019		6.3	230.7	-0.6	77.8	-3.1	3.3	117.4	64.3	6.0	20.2	7.6

Moyenne* = moyenne des variétés expérimentées en post-inscription en 2019 (indiquées en bleu)
mono1 = Sorgho fourrager monocoupe 1 (précoce à demi-tardif)
Source des essais : CTPS et Post-Inscription (ARVALIS, GEVES et PROSORGHO)

Légendes des tableaux de synthèses pluriannuelles sorgho fourrager

(1) Année d'inscription au catalogue officiel français.
En cas d'inscription au catalogue Européen, figure le sigle du pays d'inscription.
D-2014 signifie que la variété a été inscrite en Allemagne en 2014.

(2) Etablissement de semences qui représente la variété en France

(3) Classification de valeur d'usage basée sur les valeurs énergétique à la récolte
E = Ensilage
DU = Double Usage
PI = Utilisation Principalement Industrielle

Couleurs et symboles des critères

(4)	Vigueur au départ	Hauteur	Composantes de la valeur énergétique (digestibilité MS Aufrère, teneurs en amidon, teneurs en sucres solubles)	Teneurs en MAT
	bien	Haute	Elevé	Elevé
	assez bien			
	dans la moyenne	Moyenne	Moyen	Moyen
	inférieure à la moyenne			
	faible	Courte	Faible	Faible

(5)	Rendement	UFL	Précocité à l'épiaison	Précocité à la récolte	Verse
	bien (≥ 103%)		précoce au sein du groupe	précoce au sein du groupe	faible
	assez bien (101% ≤ X < 103%)				assez faible
	dans la moyenne (99% ≤ X < 101%)		dans la moyenne	dans la moyenne	moyenne
	inférieure à la moyenne (96% ≤ X < 99%)				assez élevée
	faible (< 96%)		tardif au sein du groupe	tardif au sein du groupe	élevée

Les conduites de culture

- Implantation (date et densité de semis)
- Le désherbage
- La fertilisation N.P.K.
- L'irrigation

Implantation (date et densité de semis)

Le sorgho est une culture exigeante à l'implantation. Sa graine est de petite taille et ses besoins en température sont plus élevés que les autres cultures d'été. Il convient donc de soigner la préparation du lit de semences et la qualité du semis pour obtenir un contact sol-graine satisfaisant et de semer sur un sol réchauffé (la température du sol doit être supérieure à 12°C) pour assurer une levée rapide et régulière. De fait, la période optimale de semis se situe au cours de la première quinzaine de mai ou au plus tôt à partir du 20 avril dans parcelles saines se réchauffant facilement.

L'utilisation d'un semoir monograine est à privilégier. Il assure une maîtrise de la densité de semis, une régularité de profondeur et de répartition des semences sur la ligne et permet la réalisation de binages.

La densité de semis doit prendre en compte plusieurs facteurs. Plus une variété est précoce, plus faible est l'indice foliaire et le nombre de grains sur sa panicule. De ce fait, les variétés les plus précoces nécessitent des densités de peuplement plus élevées que des variétés plus tardives.

La densité de semis doit être adaptée également à la réserve utile du sol. En conditions séchantes, les peuplements trop élevés favorisent une forte production de biomasse, ce qui accentue les phénomènes de concurrence précoce entre les plantes et accélèrent l'épuisement de la réserve en eau. En cas de stress hydrique précoce, les difficultés d'épiaison sont accentuées. En situation irriguée ou dans les milieux à forte réserve en eau, les densités de peuplements plus élevés sont valorisées et permettent de maximiser le rendement. De même, en semis tardifs, le nombre de grains par panicule est toujours plus faible, et de ce fait, la densité de semis doit être sensiblement augmentée.

La **répartition spatiale** des plantes est aussi un facteur d'optimisation et de gestion de la compétition des plantes sur les rangs. Même si ce sont les équipements en semoir qui conditionnent cet aspect, pour les fortes densités, il est recommandé de resserrer les inters rangs qui varient en sorgho grain de 30 à 75 cm.

Enfin, dans tous les cas il faut tenir compte du taux de perte à la levée. En bonnes conditions, il se situe autour de 15-20% mais il peut être plus élevé si les conditions d'implantation sont défavorables. (mauvaise qualité de semis, sol froid, …)

Recommandations de densité de semis en milliers de graines par hectare

- **Sorgho grain :**

Groupe de Précocité	Mode de culture	Objectif de peuplement (plantes /ha)	Densité de semis recommandée (graines/ha)	
			Bonnes conditions de levée (20% de perte)	Conditions de levée plus défavorables
Très Précoce	Sols moyennement profonds et culture en sec	260 à 300 000	325 à 370 000	Majorer de 10% si les conditions de semis sont difficiles (semis direct, semis sur sols très motteux, situation ave risque de conditions fraîches…)
	Sols profonds et/ou cultures irriguées	300 à 350 000	370 à 430 000	
Précoce-1/2 Précoce	Sols moyennement profonds et culture en sec	220 à 260 000	270 à 320 000	
	Sols profonds et/ou cultures irriguées	260 à 300 000	320 à 380 000	
½ Tardif-Tardif	Sols moyennement profonds et culture en sec	200 à 240 000	250 à 300 000	
	Sols profonds et/ou cultures irriguées	240 à 290 000	300 à 360 000	

- **Sorgho fourrager mono coupe :**

Ecartement inter rangs (cm)	Conditions de semis favorables		Conditions de semis plus défavorables
	Variétés ensilage et double usage	Variétés à usage principalement industriel	
40 à 50	210 à 250	230 à 270	Majorer de 10% si les conditions de semis sont difficiles (semis direct, semis sur sols très motteux, situation avec risque de conditions fraîches…)
50 à 60	190 à 230	210 à 250	
60 à 80	180 à 220	200 à 240	

Périodes de semis recommandés

Groupes de précocité	Très précoce	Précoce -1/2 précoce	1/2 tardif - tardif
Pays de la Loire, Nord Poitou Charentes, Sud région Centre, Nord Rhône-Alpes	01/05 au 20/05	-	-
Sud Poitou-Charentes, Plaine de Lyon	01/05 au 25/05	01/05 au 15/05	-
Aquitaine, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, Sud Rhône-Alpes, PACA	20/04 au 25/06	20/04 au 20/05	20/04 au 10/05

La qualité de l'implantation, avec l'objectif d'une levée rapide et régulière, va également faciliter la gestion du désherbage pour laquelle le sorgho ne dispose pour l'instant que de solutions de postlevée.

Le désherbage

Le sorgho est une culture sensible à la concurrence précoce des mauvaises herbes. La réussite du désherbage est un des points clé de l'itinéraire. C'est la maîtrise des graminées estivales qui est la plus délicate à assurer.

Dans un premier temps, le semis doit être réalisé sur un sol propre et il faut éviter les parcelles fortement envahies en graminées estivales, surtout le panic faux-millet et le sorgho d'alep pour lesquels il n'existe pas de solutions de lutte chimique dans la culture.

Il est important que le sorgho lève rapidement et de manière homogène pour faciliter la maîtrise des adventices en assurant un recouvrement de l'inter-rang. Cela nécessite de soigner l'implantation de la culture par un semis régulier et à une profondeur suffisante (3 à 4 cm) permettant de limiter la sensibilité aux herbicides, en particuliers les antigraminées racinaires utilisés sur sols filtrants.

Par ailleurs, il est conseillé de ne pas semer trop tôt pour permettre au sorgho une installation rapide qui diminuera la sensibilité aux herbicides et à la concurrence des mauvaises herbes.

Evolutions réglementaires attendues :

La campagne 2020 devrait également être la dernière occasion d'utiliser les stocks de produits contenant du bromoxynil. En effet, bien qu'à ce jour aucun décision ne soit prise, il est probable que la molécule ne sera pas ré-approuvée au niveau européen ce qui entrainera le retrait des AMM des produits à base de bromoxynil dans un avenir assez proche.

En outre, dans la gamme des herbicides foliaires de contact tels que ceux apportant du bromoxynil, on trouve également le pyridate, dont les points forts sont les dicotylédones classiques et les Véroniques, et la bentazone dont l'efficacité sur Géraniacées et Mourons des oiseaux est particulièrement intéressante. Rappelons que cette molécule présente un profil écotoxicologique qui incite les firmes à émettre quelques précautions d'emploi : une dose maximale de 1000 g/ha/an et à éviter sur sols sensibles aux risques de transfert vers le milieu aquatique et aux sols présentant un taux de matière organique inférieur à 1.7%.

Du côté des herbicides racinaires, les firmes proposant des produits contenant du s-métolachlore émettent des recommandations d'emploi restrictives pour les cultures du maïs, du maïs doux, du maïs semences, du sorgho et du sorgho semences, anticipant les décisions supposées de renouvellement des autorisations pour les produits concernés. Ces restrictions concernent à la fois les doses d'emploi et les conditions de mise en œuvre des traitements, à savoir notamment que les firmes déconseillent toute application sur les aires d'alimentation de captages prioritaires et zones sensibles, et recommandent partout ailleurs :

- une dose maximale de 1000 g/ha de S-métolachlore : soit 1.1 l/ha de Dual GS, 1.04 l/ha de Mercantor G sur sorgho
- une ZNT systématique de 5 m en bordure des points et cours d'eau
- un positionnement de préférence en post-levée précoce (ce qui est déjà le cas pour la culture de sorgho pour des raisons de sélectivité)
- si positionnement en pré-levée, préférer une application localisée sur le rang de semis (culture de sorgho non concernée par l'usage en pré-levée)

Bien que ces recommandations soient à l'initiative des firmes et n'aient à ce jour aucune obligation légale, il n'en demeure pas moins vrai que la durabilité du désherbage, notamment la gestion des graminées avec des produits racinaires, doit passer par un raisonnement plus fin du choix des produits et de leurs doses d'emploi.

Différentes stratégies possibles

Les stratégies présentées ci-dessous sont liées à la gamme de solutions disponibles. L'autorisation de nouveaux produits pourrait modifier les stratégies et en particuliers les époques d'intervention.

Pour des informations plus complètes sur les herbicides, consulter le dépliant Variétés et Protection du Sorgho Edition 2020.

Les époques de traitement

L'application de post-semis pré-levée est possible avec la mise à disposition d'Alcance Sync Tec (FMC) et d'herbicides à base de *mésotrione* tels que Calliprime_Xtra (Syngenta Agro) et Temsa100 (Belchim CropProtection). Ces herbicides utilisés en pré-levée du sorgho uniquement permettront entre autre de regrouper la levée des graminées estivales et ainsi de positionner les herbicides racinaires de type chloroacétamides à partir de 3 feuilles dans des conditions optimales

d'efficacité et notamment sur des graminées non levées ou très jeunes (voir graphiques n°1 et n°2 ci-dessous).

La post-levée précoce au stade 3 feuilles du sorgho :

Il est important d'intervenir sur des graminées en cours de levée et ne dépassant pas le stade 2-3 feuilles. Cette application peut être choisie également pour combattre des dicotylédones classiques. Là encore, l'humidité superficielle du sol au moment du traitement et dans les jours qui suivent est primordiale pour la réussite du désherbage notamment pour les herbicides à pénétration racinaire.

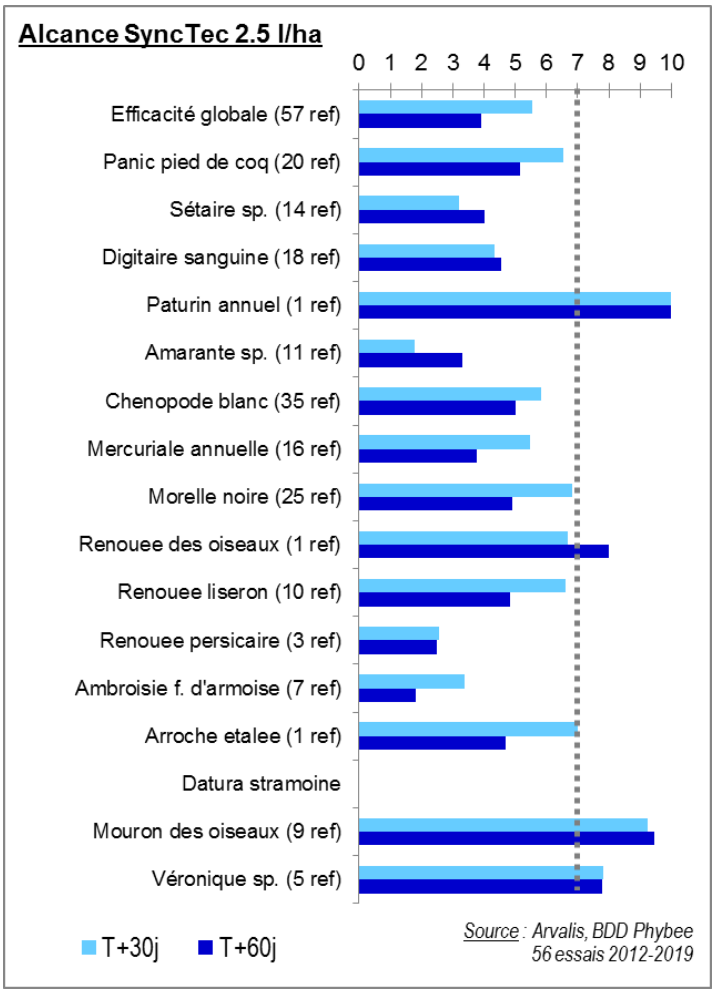
L'application à 3 feuilles du sorgho assure une bonne marge de sélectivité des produits vis-à-vis de la culture.

La post-levée au stade 4-8 feuilles du sorgho (T2):

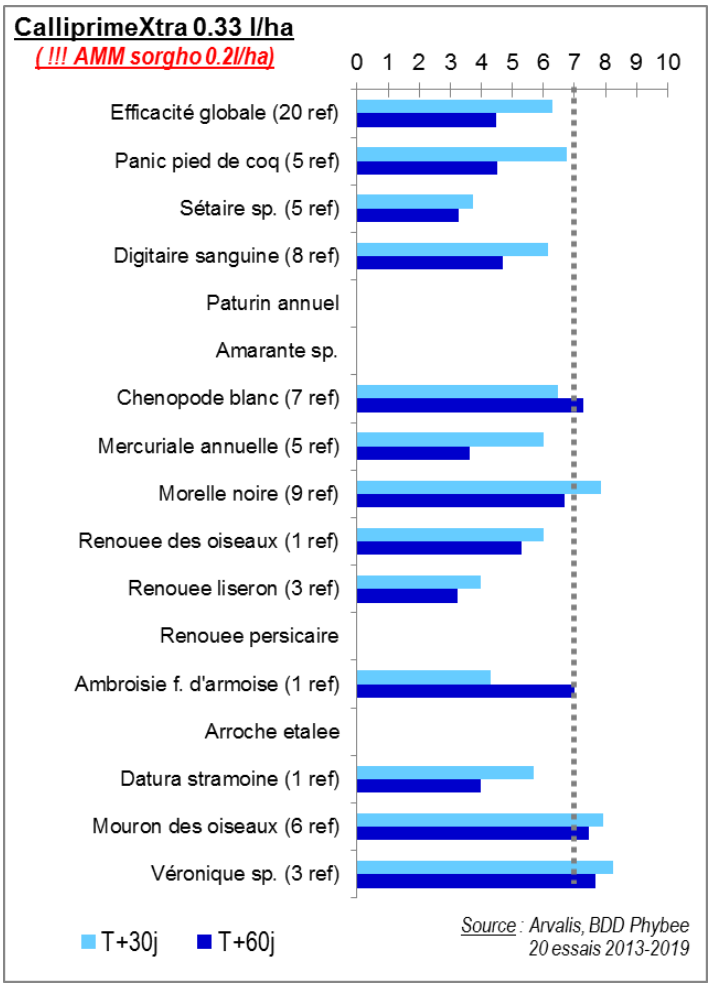
C'est un traitement qui vise essentiellement les dicotylédones (annuelles ou vivaces) et qui nécessite une levée groupée des adventices allant du stade plantule à 4 feuilles pour les annuelles.

Un nouvel herbicide de post-levée est homologué sur sorgho, il s'agit de Onyx (distribué par Belchim CropProtection). Avec sa composition c'est un herbicide de contact à spectre antidicotylédones intéressant notamment sur Véronique et autres dicotylédones classiques comme par exemple la Morelle noire, le Chénopode blanc (voir graphique n°3). Il est également homologué sur Maïs et Maïs doux à la dose maximale de 1.5 l/ha.

Graphique n°1 *: Efficacité d'Alcance Sync Tec à 30 jours et 60 jours après application de pré-levée. Notations effectuées sur des essais identiques*

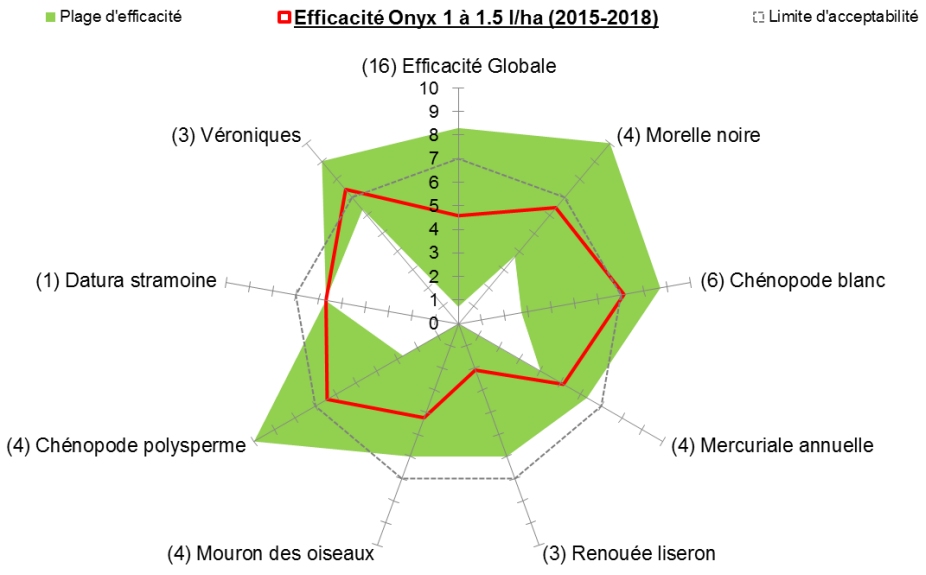


Graphique n°2 *: Efficacité de Calliprime_Xtra à 30 jours et 60 jours après l'application de pré-levée*
Notations effectuées sur des essais identiques



Nom produit	Composition	Form.	Dose	Stade min	Stade max	DRE	DVP	remarques
Onyx	Pyridate 600 g/l	EC	0.5 l/ha (2 appl.)	BBCH12	BBCH18	48 h	-	ZNT 5m

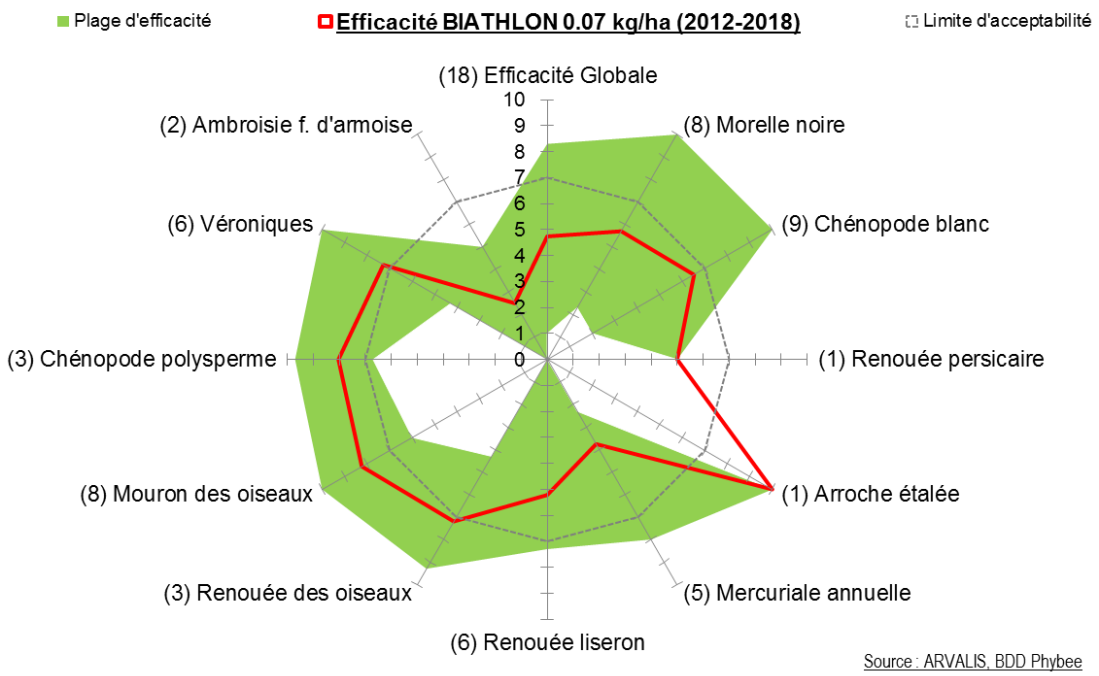
Graphique n°3 *: Efficacité de Onyx sur Maïs.* ***AMM sorgho 2 X 0.5 l/ha (****Notation à +30jours)*



Source : ARVALIS, BDD Phybee

Graphique n°4 *: Efficacité de Biathlon*

Notation à +30jours

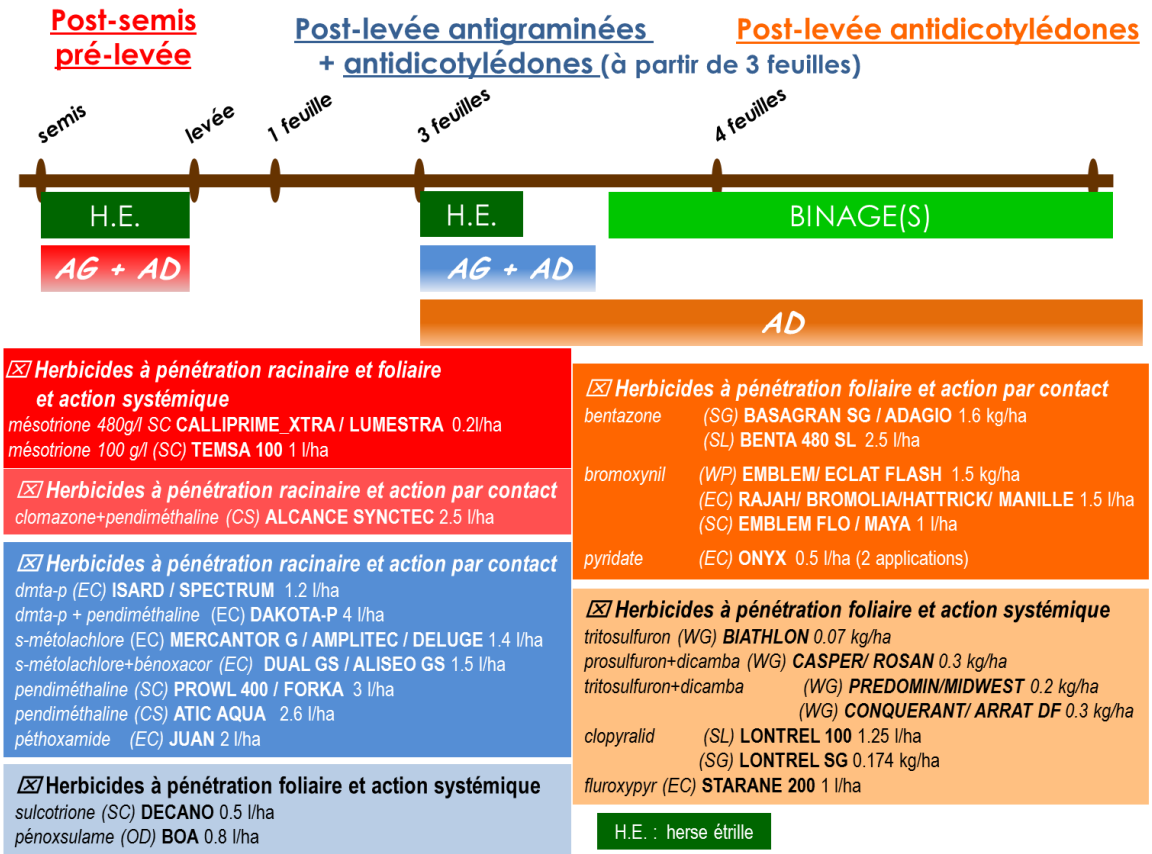


Source : ARVALIS, BDD Phybee

Stratégies de désherbage

Herbicides et positionnement

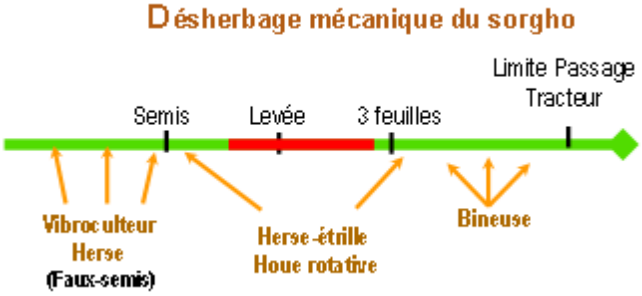
Pour les restrictions et recommandations des herbicides se reporter au dépliant sorgho lutte contre les adventices, (Nouvelle Edition en mars 2020).



Une culture adaptée au désherbage mécanique

Les solutions de désherbage mécanique permettent de compléter et de sécuriser la maîtrise des mauvaises herbes dans la culture. Il est possible de positionner un passage de herse étrille ou de houe rotative quelques jours après le semis (technique du passage « à l'aveugle ») en ayant pris soin de semer un peu plus profondément.

Un (ou plusieurs) binage(s) (avec buttage) peuvent être réalisés vers le stade 5-6 feuilles du sorgho.



Fertilisation N, P et K

Une plante qui consomme beaucoup d'éléments minéraux …

Pour assurer sa croissance, son développement et pour produire du grain, le sorgho puise des quantités assez importantes d'éléments minéraux dans le sol.

Certains sont en grande partie exportés avec le grain, d'autres sont presque intégralement restitués au sol avec les résidus de culture comme nous le montre le tableau ci-dessous.

	Besoins moyens de la plante pour produire 1 quintal de grains (en kg d'éléments)	Teneur moyenne en éléments minéraux du grain (kg / q à 15% d'eau)	Restitution au sol
Phosphore ($P_2 O_5$)	1.0	0.70	20 à 30%
Potassium ($K_2 O$)	2.5	0.35	80 à 85%
Calcium (CaO)	1.0	0.5	50 à 60%
Magnésium (MgO)	0.8	0.3	60 à 70%

… mais qui en restitue la plus grande partie au sol

Ainsi, 40% de l'azote mobilisé par la culture reviennent au sol sous forme organique soit 60 à 80 kg d'azote qui sont intégrés dans l'humus du sol.

Pour le phosphore, l'essentiel de ce qui est absorbé est exporté avec le grain.

A l'inverse, le potassium est absorbé en grande quantité, mais est en grande partie restitué par les résidus de récolte.

D'autres éléments minéraux sont nécessaires pour assurer le bon développement des plantes (Ca, Mg, oligoéléments) mais le sol les fournit le plus souvent en quantité suffisante.

AZOTE

Grâce à son aptitude à puiser l'eau dans le sol, le sorgho a également une grande capacité à y prélever l'azote minéral. De ce fait les apports d'azote par les engrais peuvent être modérés.

L'ajustement de la dose d'engrais azoté à la parcelle passe par un calcul rigoureux des besoins en azote du sorgho et des fournitures totales en azote : reliquat au semis, minéralisation de l'humus, effet direct des apports organiques... Pour viser une efficacité maximale, le choix de la date et de la forme de l'apport est important.

Estimer les besoins en azote de la culture
Le calcul de la dose optimale d'engrais azoté à apporter sur sorgho nécessite d'adopter une démarche qui passe par plusieurs étapes dont la première vise à déterminer le besoin d'azote de la culture. Il est fonction du niveau de production visé et du type de production : grain ou (Tableau 1).

Besoins en azote de la culture = objectif de rendement × besoin unitaire

Quantité d'azote absorbée par le sorgho pour produire une unité de production

Type de production	Potentiel de production	Besoin unitaire (kg N/unité de production)
Sorgho grain	< 50 q/ha	2,9
	50 – 80 q/ha	2.5
	80 – 100 q/ha	2,3
	> 100 q/ha	2,1
Sorgho fourrage monocoupe	< 10 T MS/ha	16
	10 – 15 T MS/ha	14
	> 15 T MS/ha	12.5

Estimer les fournitures totales d'azote

Une fois les besoins en azote de la culture calculés, il faut estimer les fournitures totales d'azote. Elles sont constituées à minima de l'azote présent dans le sol au moment du semis, et de la minéralisation de l'humus.

Estimer la quantité d'azote présent dans sol au moment du semis

Il est nécessaire de connaître la quantité d'azote présent au moment du semis dans le sol, notamment pour calculer la dose d'azote à apporter au semis (cf. ci-dessous). Il existe plusieurs moyens d'y accéder : la mesure du reliquat d'azote minéral sur la profondeur d'enracinement, les synthèses des campagnes de mesure du reliquat diffusées annuellement dans certaines régions, ou alors par modélisation comme dans le Sud-Ouest de la France.

Calculer la quantité d'azote issue de la minéralisation de l'humus

Le sorgho étant une culture d'été, la minéralisation de l'humus du sol est intense à cette période, surtout si la culture est irriguée. Il convient donc d'intégrer au plan de fumure la quantité d'azote issue de la minéralisation de l'humus entre le semis et le stade maturité physiologique. Cette quantité dépend du type de sol, de l'irrigation ou non de la parcelle, et de la longueur du cycle. Il existe un référentiel de ces valeurs par région.

Calculer les effets directs des apports organiques récents

Dans le cas d'apports organiques avant sorgho, il est impératif de calculer leur contribution à la fourniture d'azote. La valeur fertilisante d'un apport organique dépend de la quantité de matière épandue, de sa teneur en azote et du coefficient d'équivalence d'un engrais minéral (Keq).

Réaliser l'apport principal entre 4 et 10 feuilles

L'objectif est d'apporter l'azote au bon moment afin de suivre au plus près les besoins de la culture au cours de sa croissance. Les besoins en azote du sorgho deviennent importants après le stade 10 feuilles. Pour couvrir au mieux cette période, l'apport principal doit être réalisé entre 4 et 10 feuilles, l'idéal étant de l'appliquer autour des stades 6-8 feuilles. Cependant, un apport au semis est possible lorsque le reliquat azote dans le sol est inférieur à 60 kg/ha. Une dose de 40 kg/ha suffit à satisfaire les besoins d'azote des jeunes plantes jusqu'à 10 feuilles.

Attention aux pertes par volatilisation

Reste à choisir la forme d'engrais. L'efficacité de l'engrais apporté après le stade 4 feuilles du maïs dépend principalement des pertes par voie gazeuse, soit d'ammoniac provenant des engrais ammoniacaux et uréiques, soit dans une moindre mesure d'azote moléculaire et d'oxydes d'azote provenant de la réduction du nitrate lorsque le sol est très humide. L'ammonitrate, le sulfate d'ammonium et le phosphate d'ammonium ont des efficacités équivalentes. En revanche, l'urée est particulièrement sensible aux pertes par volatilisation. L'enfouissement dans le sol de l'urée à 10-15 cm de profondeur lui confère la même efficacité que l'ammonitrate. En cas d'application en surface, il convient de biner rapidement pour améliorer l'efficacité de l'engrais. Dans ce dernier cas, la dose doit néanmoins être majorée d'environ 15 %, si la réglementation en vigueur dans la région le permet pour les parcelles en zones vulnérables.

Stade et forme

L'azote contribue essentiellement à la détermination du nombre de grains par panicule, il faudra donc l'apporter impérativement avant le stade gonflement (formation des gamètes - 12 feuilles).

En sol filtrant ou superficiel, pour limiter les pertes, éviter des apports précoces avant 6 feuilles.

Dans les autres situations, en sec : un seul apport au semis est suffisant, en irrigué : un 1er apport au semis suivi d'un 2ème apport avant la 1ère irrigation (au plus tard 10-12 feuilles).

PHOSPHORE ET POTASSIUM

Les travaux récents ont montré que les variétés actuelles de sorgho peuvent être considérées comme peu exigeantes vis-à-vis du phosphore et du potassium.

La fertilisation phosphatée et potassique n'est donc nécessaire que lorsque la disponibilité de ces éléments dans le sol est insuffisante pour satisfaire les besoins des jeunes plantes. Dans ce cas l'apport d'engrais P et/ou K se justifie. Son efficacité sur l'alimentation minérale de la culture est maximale pour les engrais solubles dans l'eau et lorsque l'apport est réalisé près du semis.

La localisation proche de la graine au semis accroît l'efficacité des engrais P et K par rapport à leur incorporation dans le sol par le labour (à défaut, la localisation dans le lit de semence est une solution à privilégier).

Les doses nécessaires lorsque les engrais sont appliqués selon les préconisations d'emploi les plus efficaces figurent dans le tableau ci-dessous.

PRECONISATIONS P ET K

Dose conseillée de P2O5 ou K2O (en kg/ha) :
= Coefficient multiplicatif des exportations x rendement aux normes (q/ha) x Teneur en P2O5 ou K2O dans les exportations (kg P205 ou K2O par unité de rendement aux normes) avec un supplément éventuel dû aux exportations de résidus du précédent.

Grille de calcul des doses à apporter (coefficients multiplicatifs des exportations) :

Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur du sol Positionner la teneur par rapport aux seuils						
	Trenf. ▼	Timp. -10% ▼	Timp. ▼	Timp. +10% ▼	Timp. x2 ▼	Timp. x3 ▼	
P2O5							
0	1.6	1.0	1.0	0	0	0	0
1 an	1.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0	0
2 ans ou plus	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.6	0
K2O							
0	1.2	1.0	1.0	0	0	0	0
1 an	1.2	1.0	1.0	0	0	0	0
2 ans ou plus	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	0	0

Les valeurs des teneurs-seuils Timpasse (Timp.) et Trenforcé (Trenf.) par classe d'exigence sont définies régionalement par type de sol.

L'irrigation

Le sorgho est une des plantes cultivées les moins exigeantes en eau. Ses besoins totaux (réserve du sol + pluie + irrigation) sont de l'ordre de 400 à 500 mm. En outre, grâce à son système racinaire performant, il est capable d'extraire et d'utiliser avec plus d'efficience l'eau du sol.

La capacité d'adaptation du sorgho au stress hydrique est bien connue. Cependant, elle a des limites qui ont été bien mises en évidence ces dernières années. Des différences de l'ordre de 40 q/ha ont été obtenues entre des cultures irriguées et des conduites en sec.

L'irrigation est donc nécessaire si l'on veut régulariser les rendements et atteindre le potentiel des variétés.

LES PERIODES SENSIBLES

La période la plus sensible au manque d'eau se situe à partir du gonflement jusqu'à la floraison.

En cas de stress pendant cette période, la fertilité des panicules est systématiquement affectée.

Avant cette période, c'est-à-dire du stade 8 feuilles jusqu'au gonflement, un besoin en eau non satisfait risque de perturber l'épiaison de certaines variétés et affectera la fertilité des panicules.

La période de remplissage des grains est peu sensible.

COMMENT IRRIGUER ?

La stratégie d'irrigation sera fonction de la disponibilité de l'eau et du matériel d'irrigation.

Nous distinguerons donc le SORGHO NON PRIORITAIRE et le SORGHO PRIORITAIRE par rapport aux cultures irriguées.

SORGHO NON PRIORITAIRE

Le principe est de satisfaire les besoins en eau des autres cultures irriguées (maïs, soja, cultures spéciales) avant ceux du sorgho. Les apports d'eau sur sorgho seront limités : entre 1 et 4 apports de 30-40 mm. L'objectif recherché est une efficacité maximale de l'eau d'irrigation par un bon positionnement.

SORGHO PRIORITAIRE

L'objectif est d'atteindre le potentiel des variétés de sorgho.

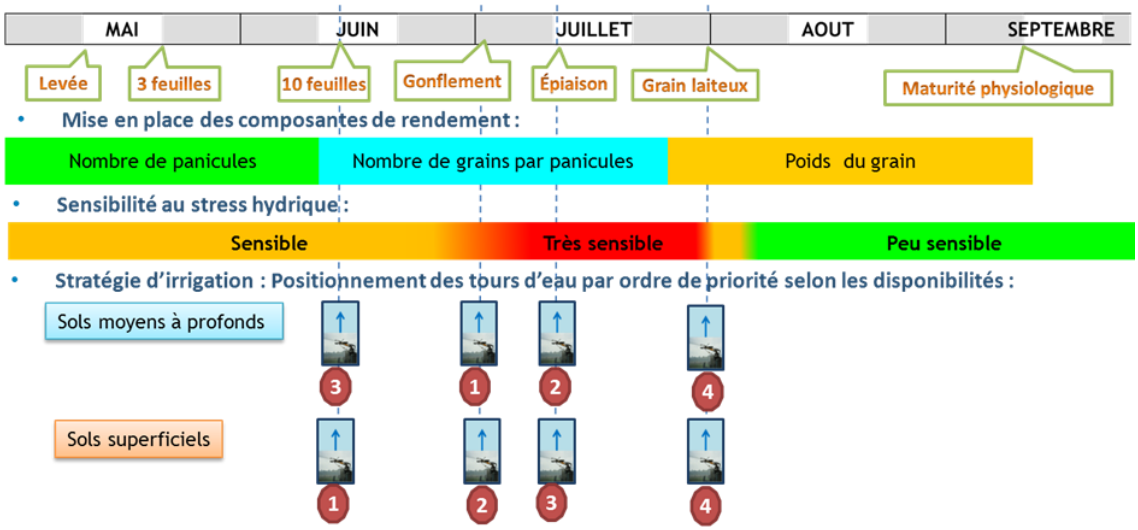
La stratégie sera la suivante :

Au stade 10 feuilles du sorgho, s'il n'y a pas eu de pluie significative (>20 mm) effectuer la première irrigation. En sol très profond on pourra attendre le stade gonflement.

Apporter 35 mm tous les 10 à 12 jours ou 40 mm tous les 10 jours en climat séchant (Sud-Est, Drôme)

Pour une pluie supérieure à 10 mm interrompre le tour d'eau pendant une durée de

Le dernier tour d'eau débutera 15 à 20 jours après l'épiaison.



En sols profonds, le premier apport aura lieu au gonflement et le dernier 15 jours après épiaison.

Avec 3 irrigations, on se rapproche du potentiel.

En région toulousaine, par exemple, on atteindra le potentiel :

► 7 ans/10 en terrefort
► 5 ans/10 en terrefort superficiel
► 9 ans/10 en alluvions profonde

Exemple de conduite en année sèche

Région	Sol	DOSE
Toulousaine	Terrefort ou coteaux	3 à 4 fois 35 mm
Agen	" "	2 à 3 fois 35 mm
Charente-Maritime	Groie moyenne	4 fois 35 mm
Castelnaudary	Terrefort	4 à 5 fois 40 mm
Drôme	Argilo-calcaire	5 à 6 fois 40 mm

Les sondes tensiométriques permettant des mesures au-delà de 70 cbar sont très utiles pour piloter les irrigations.

On pourra utiliser les recommandations suivantes, indiquant les seuils à ne pas dépasser en terrefort.

Au stade 10 feuilles	30 cm	70 cbar
	60 cm	10 cbar
	90 cm	10 cbar
Au gonflement	30 cm	100 cbar
	60 cm	50 cbar
	90 cm	20 cbar
Pendant la floraison	60 cm	100 cbar
20 jours après épiaison	60 cm	120 cbar

ARVALIS
Institut du végétal

3 rue Joseph et Marie Hackin
75116 Paris
Tél. 01 44 31 10 00
Fax 01 44 31 10 10
www.arvalisinstitutduvegetal.fr

Membre de :

acta
MEMBRE DU RÉSEAU

INSTITUT CARNOT Plant2Pro

Partenaire technique ACTIA

© ARVALIS - Institut du végétal