

& CHOISIR & DÉCIDER



Sorgho
Variétés et Interventions

ARVALIS
Institut du végétal

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.volant@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

Josiane LORGEOU – Nathalie MANGEL

Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Variétés sorgho
Station Expérimentale – 91720 BOIGNEVILLE
Tél. : 01 64 99 22 76 ; 01 64 99 22 66
e-mail : j.lorgeou@arvalis.fr ; 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

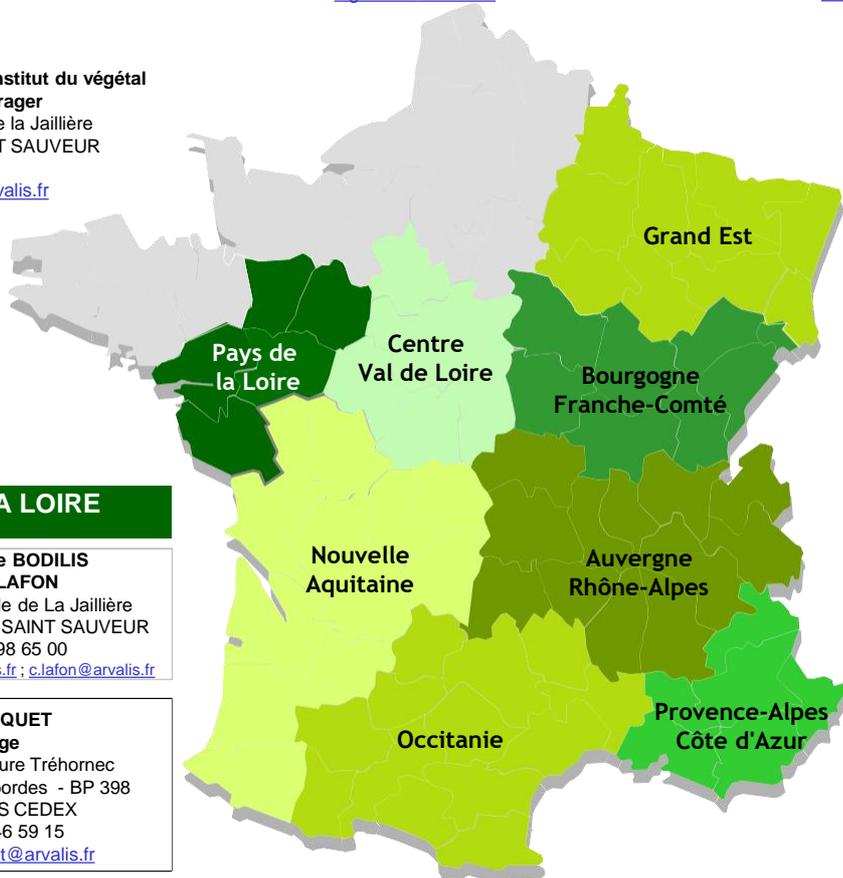
Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Irrigation sorgho
6 chemin de la Côte Vieille – 31450 BAZIEGE
Tél. : 05 62 71 79 53
e-mail: s.gendre@arvalis.fr

Baptiste SOENEN

Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Fertilisation sorgho
6 chemin de la Côte Vieille – 31450 BAZIEGE
Tél. : 05 62 71 79 52
e-mail: b.soenen@arvalis.fr

Hugues CHAUVEAU

Ingénieur ARVALIS – Institut du végétal
Utilisation sorgho fourrage
Station Expérimentale de la Jaillièrre
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 OUZOUEUR 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 Jaillièrre
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 TSCHÉILLER
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 OUZOUEUR 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	3
BILAN DE LA CAMPAGNE SORGHO 2018	4
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	11
GROUPE TRES PRECOCE.....	12
GROUPE PRECOCE ET DEMI PRECOCE.....	17
GROUPE DEMI TARDIF ET TARDIF	23
SYNTHESE PLURIANNUELLE DES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DES VARIETES DE SORGHO GRAIN, ACTUALISATION A L’ISSUE DE LA POST-INSCRIPTION 2018.....	29
LES VARIETES DE SORGHO FOURRAGER MONO COUPE	33
SYNTHESE PLURIANNUELLE ACTUALISEE DES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DES VARIETES DE SORGHO FOURRAGER MONOCOUBE.....	47
LES CONDUITES DE CULTURE.....	50

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 2015 : Josiane LORGEOU, 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 2018

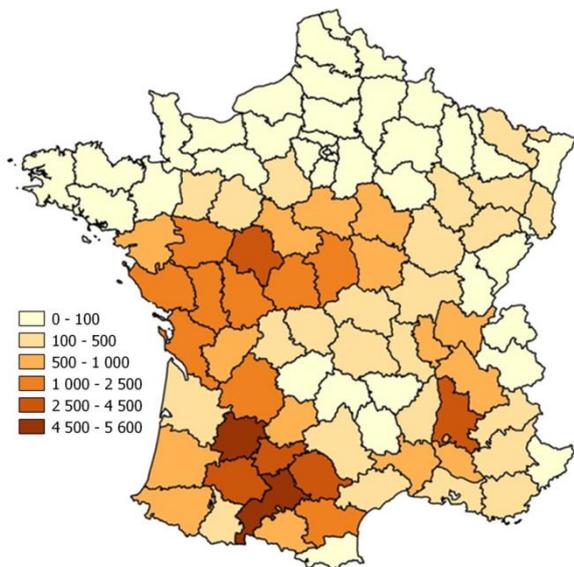
Evolution des surfaces et de la production de sorgho grain

Selon les dernières prévisions (données provisoires FranceAgriMer), le sorgho connaîtrait, pour la seconde année consécutive, une progression de surface en France. La sole 2018 se situerait légèrement au-dessus de 61 000 ha. L'augmentation des surfaces concerne plus particulièrement les départements du val de Loire et de la Nouvelle Aquitaine

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

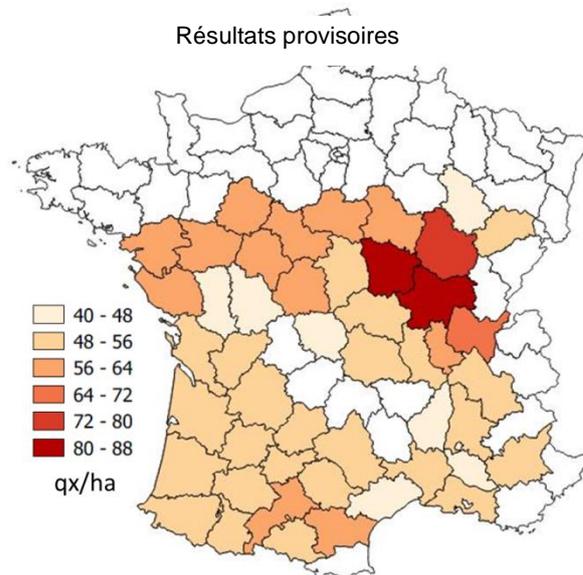


Carte 1 : localisation des surfaces en sorgho en 2018



Le rendement moyen national est estimé à ce jour à environ 55 qx/ha (source Agreste).

Carte 2 : Rendements 2018 des principaux départements producteurs (source FranceAgriMer -)

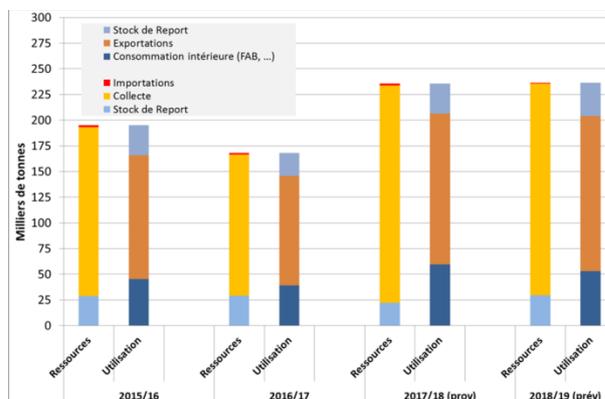


Bilan marché – débouché

La collecte 2018 est prévue à un niveau proche de celle de l'année précédente. Les exportations intracommunautaires (Espagne, Belgique, Pays-Bas, Italie et Royaume-Uni) représentent plus de 70% de la collecte française (figure 2).

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

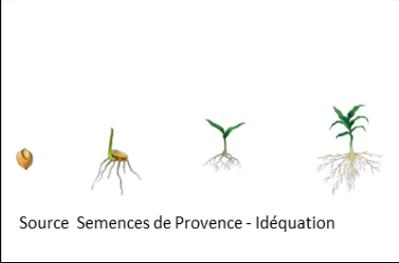
Figure 2 : Evolution du bilan sorgho grain en France (source FranceAgriMer)



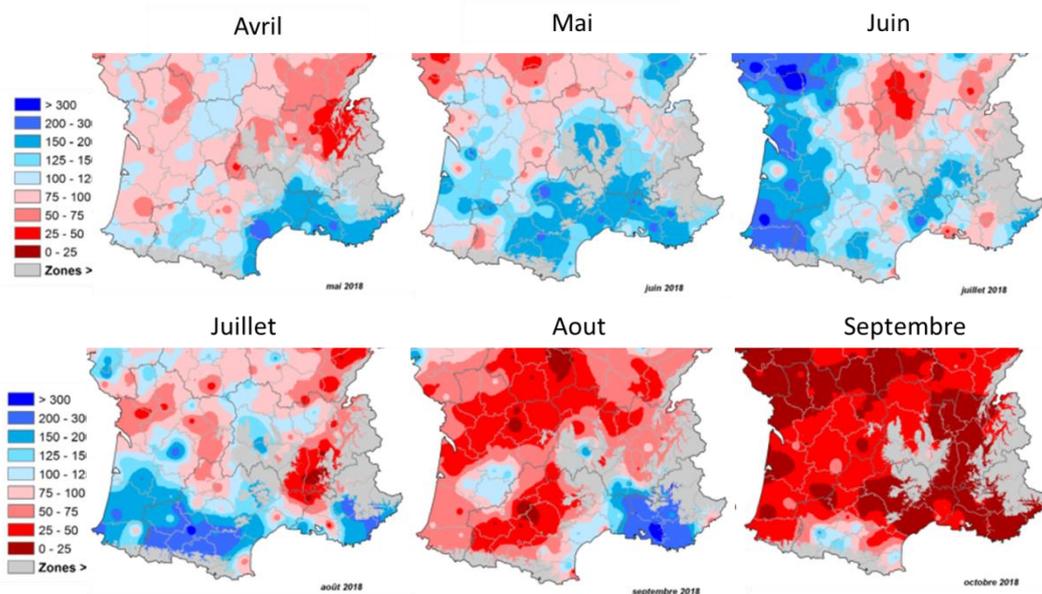
Bilan climatique

Les conditions climatiques de l'année 2018 se caractérisent par le contraste entre un début de cycle très humide sur une majeure partie des régions de production une période estivale sèche et chaude.

La météo chaude et peu pluvieuse de septembre et octobre a été globalement favorable à de bonnes conditions de récolte avec des teneurs en eau du grain correcte.

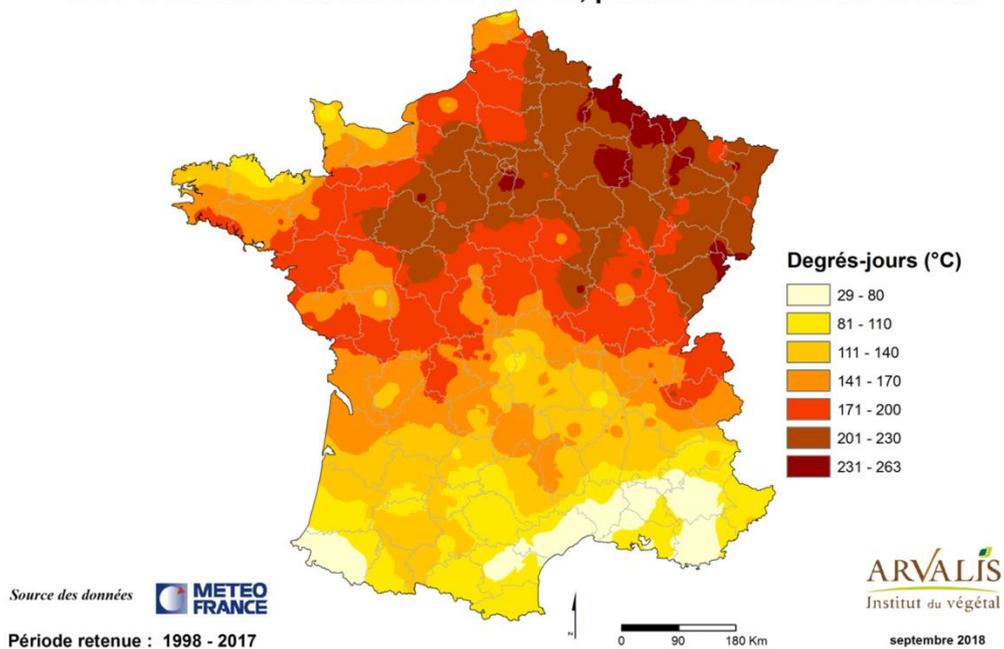
			
	Semis à gonflement	Gonflement à grains laitueux	Remplissage - maturité
CLIMAT	La première partie du cycle cultural est marqué par une pluviométrie fortement excédentaire et des températures proches des normales saisonnières, dans la plupart des régions.	Le déficit hydrique s'accroît à partir de mi à fin juillet. La bordure méditerranéenne et la région Poitou-Charentes sont les plus touchées. Un épisode caniculaire survient fin juillet – début août.	La sécheresse s'installe dans toutes les régions et s'accroît fortement en fin de cycle. Elle est accompagnée par des températures supérieures aux normales saisonnières.
PHYSIO.	Les semis se sont étalés entre le 15-20 avril et mi-juin. 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'accroît en fin de cycle.
BILAN ANITAIRE	Quelques attaques de ravageurs du sol (taupins, vers gris) sont signalées sur des parcelles non protégées.	Des attaques d'héliothis plus ou moins sévères sont observées dans le sud-ouest. De plus, des phénomènes d'avortements affectent localement certaines parcelles ; ils pourraient être liés à des attaques de cécidomyies (à confirmer).	Des verses de fin de cycle sont observées ponctuellement, liées soit à des maladies du pied (macrophomina, fusariose), soit, dans une moindre mesure, à des attaques de foreurs (pyrale, sésamie)

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



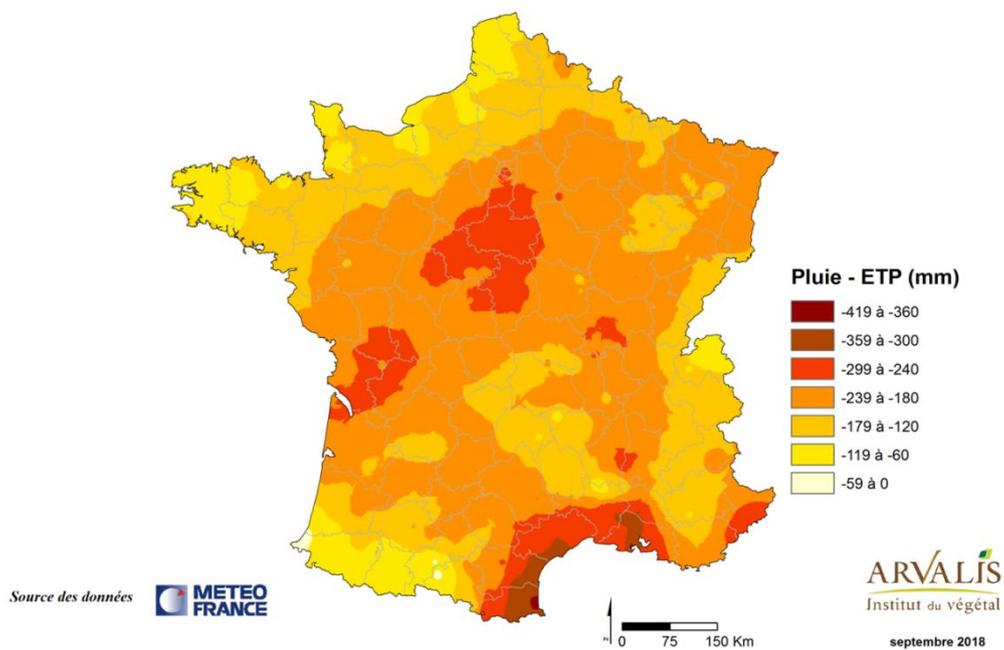
Carte 4

Écarts de somme de températures base 6-30°C de l'année 2018 avec la médiane des années 1998-2017, période du 11 mai au 31 août



Carte 5

Cumul de P-ETP en mm de l'année 2018, période du 10 juillet au 31 août



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 précocité 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 précocité 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 réseau 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 expérimentation par niveau de potentiel de rendement pour les variétés 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.

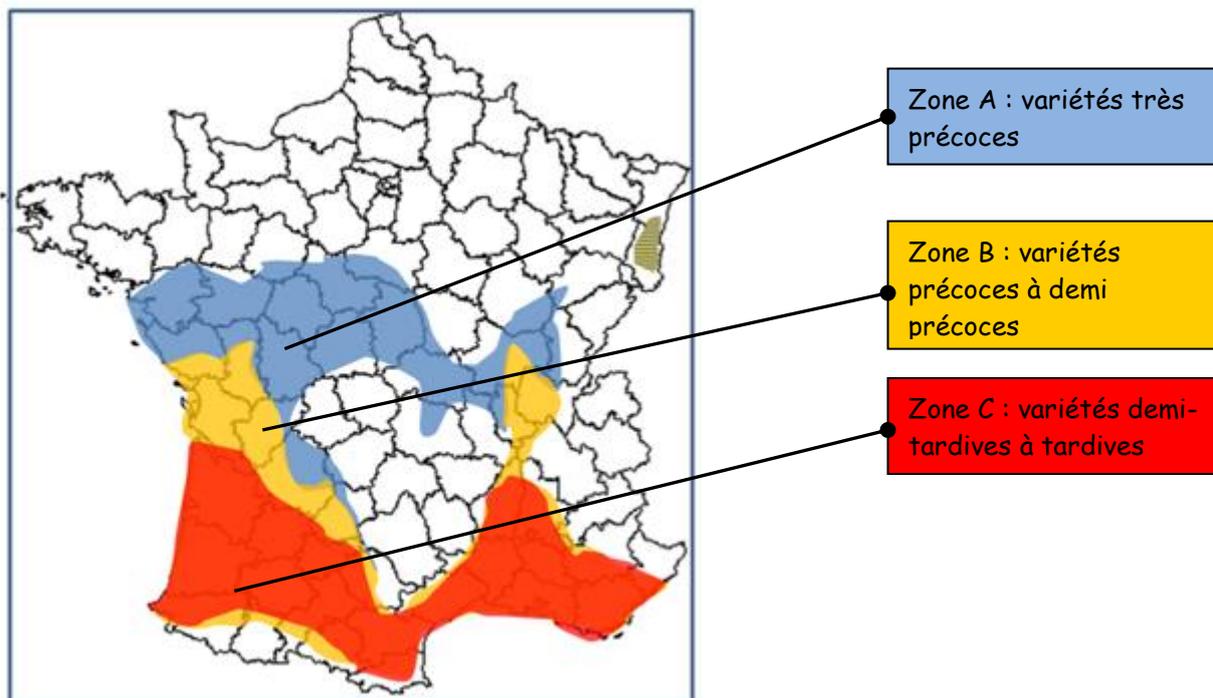
Cette différenciation des réseaux d'essais en fonction des potentiels de rendement, qui date de 2006, répond aussi à l'objectif d'améliorer la représentativité des situations sous contraintes hydriques qui étaient insuffisamment représentées à cette époque. Bien que cette segmentation soit moins formalisée 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 6

Zones et groupes de précocité du sorgho grain



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

Des écarts de rendements en 2018 à relier à des effets d'esquive

Dans les situations à bon potentiel, les variétés expérimentées en post-inscription en 2018 ont globalement bien valorisé les sommes de températures élevées de l'année. Celles-ci affichent des écarts à la normale sur les 20 dernières années de l'ordre de 100 à 150 degrés-jours (base 6-30°C), qui varient cependant selon les dates de semis et les régions.

En parcelles non irriguées, à rendements faibles suite aux déficits hydriques qui se sont installés et amplifiés dès la mi-juillet tout au long de la fin de cycle, alors que les sorghos entraient en épiaison et entamaient leur phase de mise en place des grains, les plus précoces de chaque groupe de précocité se sont proportionnellement mieux comportés.

Le parcours de croissance des sorghos n'a pas rencontré de périodes froides ou à gros excès thermiques, avec des températures journalières régulièrement plus élevées que les moyennes historiques. Les situations à bons rendements ont localement pâti de verse physiopathologique du fait de l'affaiblissement des tiges causées par les remobilisations des assimilats des tiges et feuilles pour soutenir des croissances de nombres de grains/m² élevés. Quelques dégâts de pyrales, d'héliothis et de la cécidomyie du sorgho (localisée dans le Lauragais) ont affecté plusieurs essais du Sud-Ouest, sans oublier les abats de pluviométrie du mois de juin qui ont saccagé plusieurs essais.

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 2018 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).

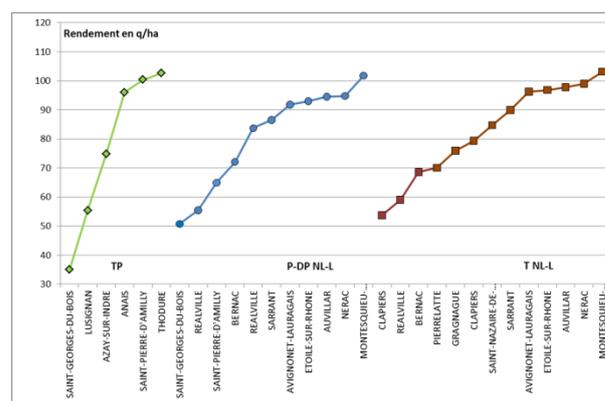
Comme les essais annuels étudient les variétés les plus récentes en comparaison à des témoins, des calculs de moyennes ajustées sur les bases de données pluriannuelles sont réalisés chaque année par ARVALIS afin de resituer les performances agronomiques des variétés de sorgho grain proposées aux agriculteurs.

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.

Figure 3 : Rendements des essais sorgho grain valides en rendement



La majorité des essais ont été semés au cours de troisième décennie de mai, l'épiaison est intervenue entre mi-juillet et début août. Les récoltes sont intervenues entre mi-septembre et début octobre à des niveaux d'humidité du grain inférieures à 20%.

Les variétés de sorgho grain

- ▣ **Le Groupe Très précoce**
- ▣ **Le Groupe Précoce et Demi Précoce**
- ▣ **Le Groupe Demi Tardif et Tardif**
- ▣ **Comparaison Inter Groupes**

Groupe Très Précoce

-  **Présentation des variétés**
-  **Le réseau et l'utilisation des essais**
-  **Les résultats**
-  **Avis sur les variétés**

Présentation des variétés

Présentation des variétés très précoces

Variété	Année	Statut	Obtenteur	Représentant	Couleur du grain	Somme température Base 6	
						Du semis à épiaison	Du semis à 25 % d'humidité panicule
ARABESK	2017	Variété en 2ème année	Eurosorgho	Semences de Provence	Blanc	840	1790
ARFRIO	2009	Variété de référence	Sud Céréales	Semences de Provence	Orange	800	1770
BALTO CS	2011	Variété de référence	Caussade semences	Caussade semences	Orange	820	1805
ARSKY	2013	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	Orange	830	1790
ARMORIK	2014	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	Orange	870	1815
RGT BELUGGA	2016	Variété de référence	R2N	RAGT	Orange	860	1815

(1) : variété charnière du groupe Précoce et Demi-Précoce

Les variétés de ce groupe se cultivent dans de nombreuses régions :

- 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

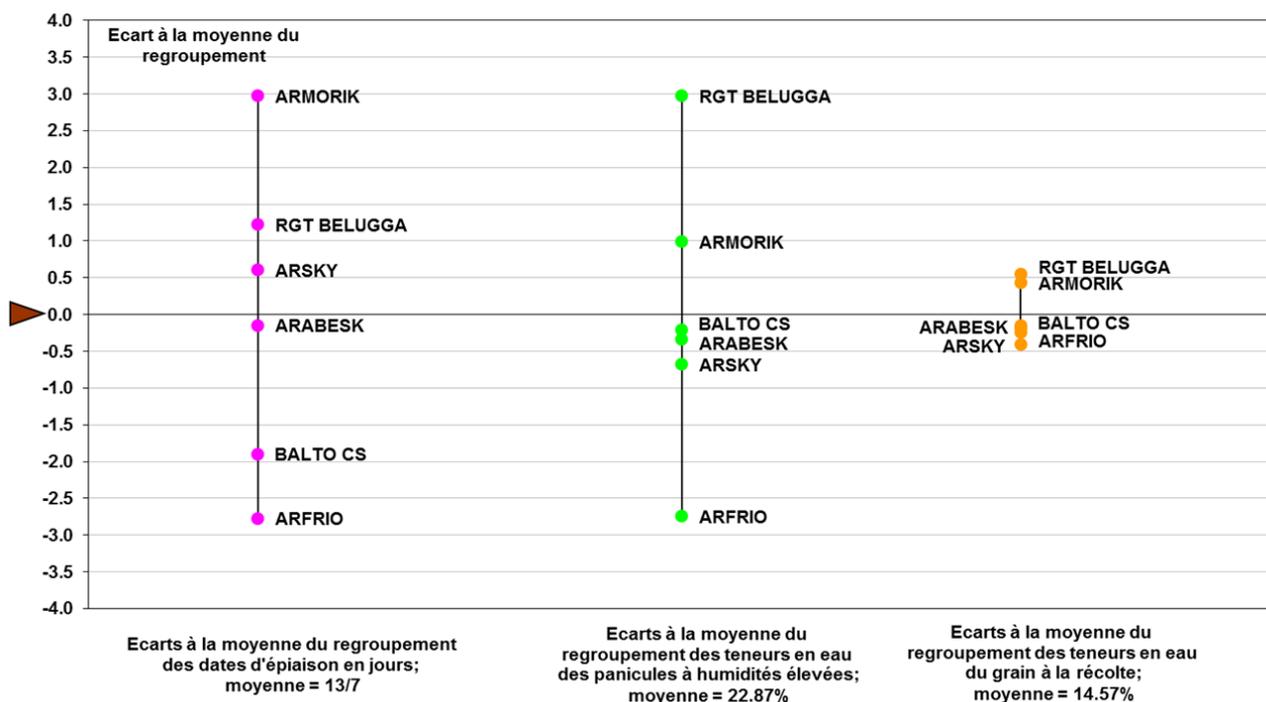
Commune	Dépt	Densité plantes	Densité panicules	H2O panicule		H2O récolte		Rendement				Date épiaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	Statut en rendement
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	min	Max						
VILLENEUVE	1	Abandonné; car phyto de désherbage														E	
ANAI	17	263.73	289.86	29.47	3.13	16.32	0.22	95.31	3.15	89.93	100.22	18/7	109.44		1	6.51	RE
ST GEORGES DU BOIS	17	313.33	295.73	23.21	1.41	12.94	0.2	36.46	4.87	21.21	45.67	28/7	99.04	1.78	4.67	7.93	RE
ST PIERRE D AMILLY	17	321.27	323.07	22.59	1.21	14.71	0.7	98.23	5.51	66.32	110.35	18/7	123.89		1.89		RE
AZAY SUR INDRE	37	260.33	215.35	23.47	1.73	15.17	1.69	73.46	3.15	67.4	77.61	23/7	93.33		1.31		RE
SAVONNIERES	37	221.23										9/7					E
THODURE	38	253.54	278.46	19.92	0.7	13.97	0.08	103.71	3.03	95.02	107.62	8/7	122.41				RE
BERUGES	86	231.46				19.57	1.14	26.92	2.14	23.4	30.39	19/7			2.56		E
LUSIGNAN	86	258.4	295.06	19.58	0.64	15.45	0.39	53.56	3.87	45.99	64.37	15/7	116.37		3		RE
VALDIVIENNE	86	263.01	363.01	17.07	1.81	11.41	0.68	42.62	6.85	36.89	50.89	7/7	88.33		2.22		E

Les résultats des variétés très précoces

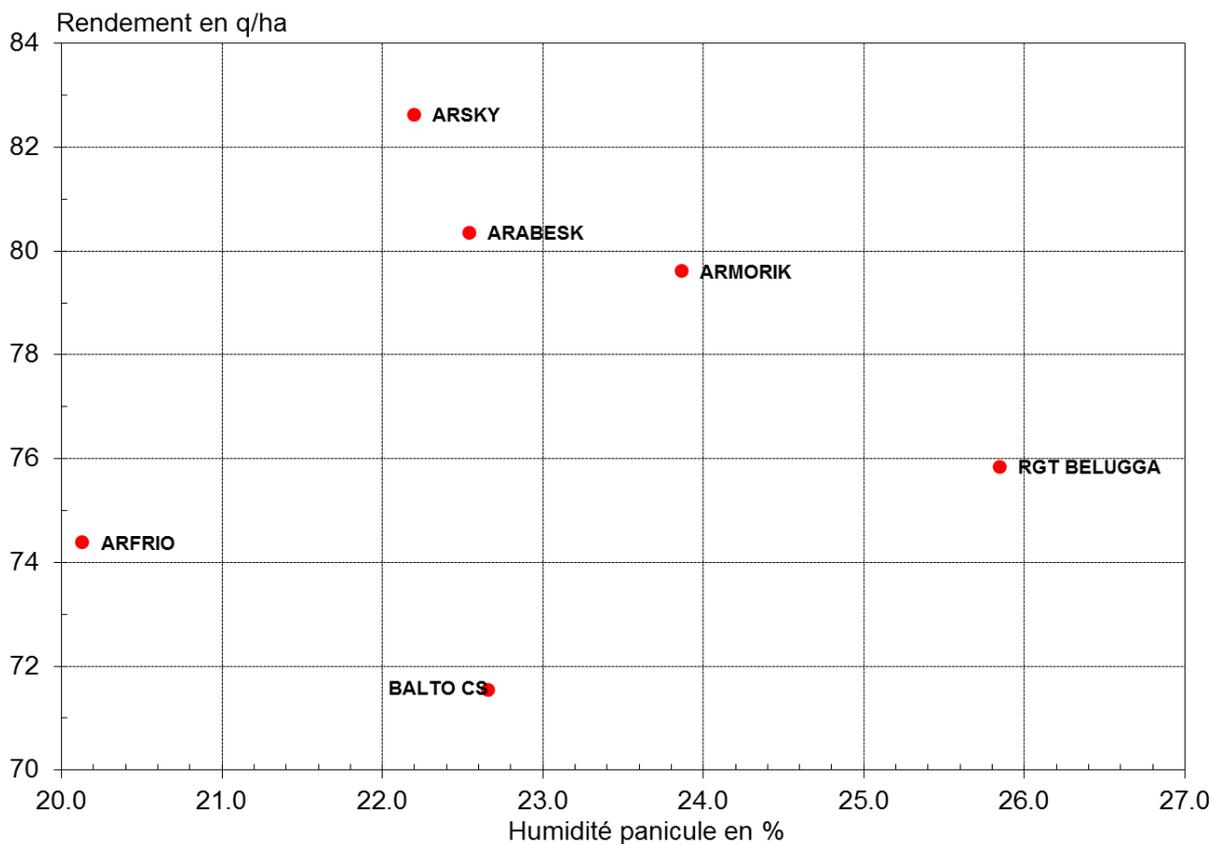
VARIETES Très Précoces	Densité levée	Vigueur	Densité panicule	Hauteur plante	Date épiaison	Verse à maturité	Humidité panicule	Humidité récolte	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Rendement en q/ha		
	1000 / ha	9 = bonne	1000 / ha	en cm	2018	2018	en %	en %	Rendements			E.T.	Rdt	ET	
	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2016	2017	2018	2018	2018	2018	
Variétés de référence															
ARFRIO	278.5	7.1	292.6	100.2	10/7	2.6	20.1	14.3	97.3	96.9	96.1	4.6	74.4	3.4	
ARSKY	292.9	6.8	300.4	103.2	14/7	2.3	22.2	14.2	103.6	104.8	106.8	3.6	82.6	3.0	
RGT BELUGGA	276.6	6.4	276.8	100.8	14/7	4.2	25.8	15.1	100.7	-	98.0	10.1	75.8	7.7	
BALTO CS	287.0	6.9	292.1	103.0	11/7	3.8	22.7	14.4	94.5	94.7	92.4	5.9	71.5	4.2	
ARMORIK	283.6	7.1	288.1	108.8	16/7	1.8	23.9	15.0	102.3	102.8	102.9	6.3	79.6	5.1	
Variétés de 2ème année d'expérimentation															
ARABESK	296.4	7.4	308.4	117.8	13/7	3.0	22.5	14.4	101.6	102.4	103.8	5.9	80.4	4.8	
Référence									100 =	100 =	100 =				
Moyenne des essais	285.8	6.9	293.1	105.7	13/7	2.9	22.9	14.6	68.3 q/ha	90.2 q/ha	77.4 q/ha		77.4 q/ha		
Nombre d'essais	6	4	6	7	8	3	5	6	10	9	6				
Analyse statistique P.P.E.S.	12.9	0.7	14.8	3.4	0.7	1.8	1.6	0.6	2.5%	3.2%	6.5%		5.0		

Précocité des variétés à plusieurs stades

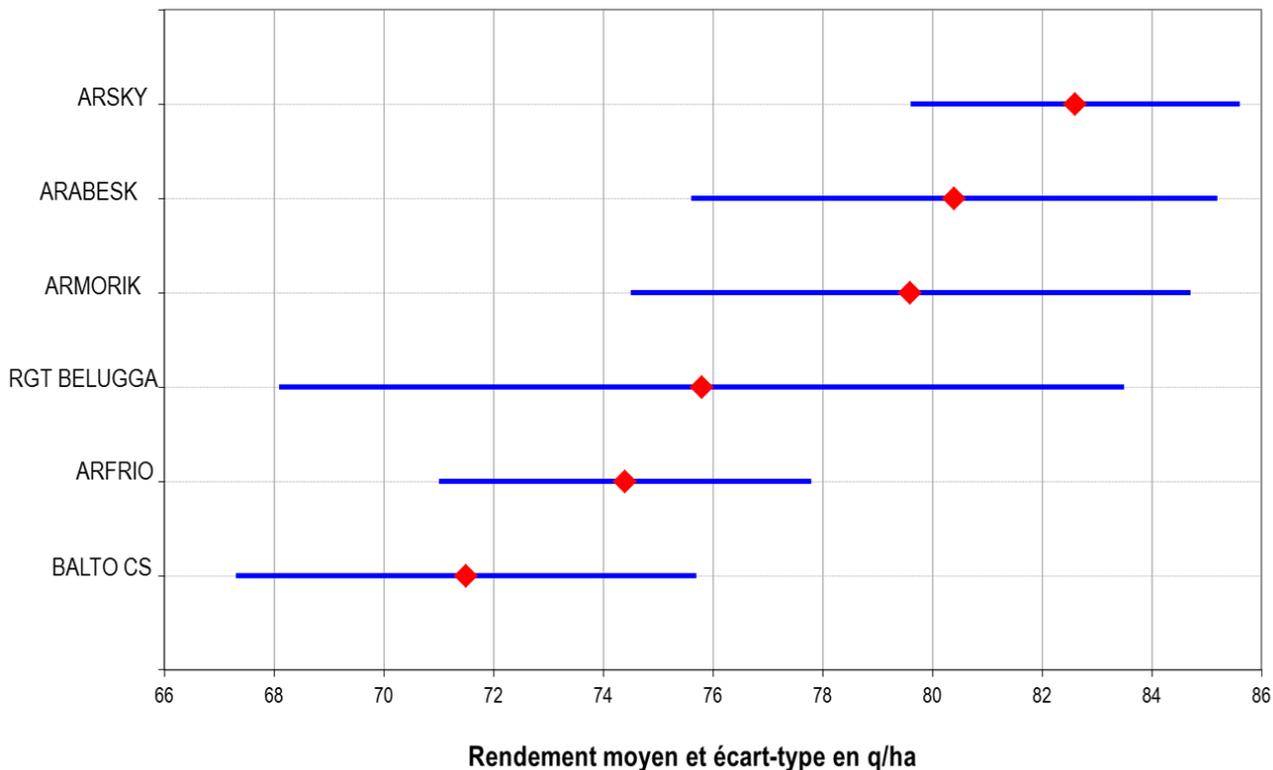
Liste Très Précoces, Toutes zones de cultures
 Comparaison de précocité à plusieurs stades de teneur en eau à la récolte



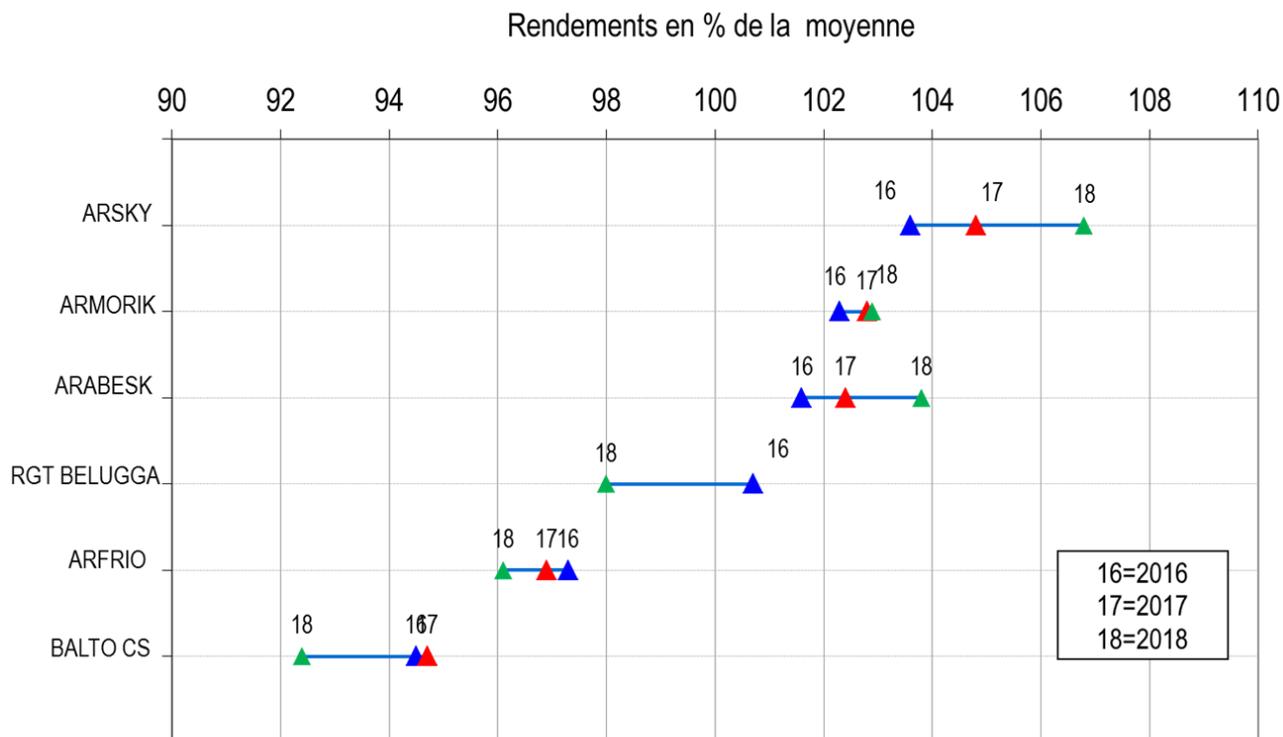
Rendement et précocité – résultats 2018



Rendement moyens et écarts types des variétés dans les essais en 2016



Les rendements pluriannuels



Groupe Précoce et Demi Précoce

- ▣ **Présentation des variétés**
- ▣ **Le réseau et l'utilisation des essais**
- ▣ **Les résultats**
- ▣ **Avis sur les variétés**

Présentation des variétés

Présentation des variétés précoces et demi précoces

Variété	Année	Statut Variétés de	Obtenteur	Représentant	Couleur du grain	Somme température Base 6	
						Du semis à épiaison	Du semis à 25 % d'humidité panicule
ARKANCIEL	2009	Variété de référence	Sud Céréales	Semences de Provence	orange	900	1855
ES FOEHN	2013	Variété de référence	Eurosorgho	Euralis Semences	brun clair	935	1885
ES BURAN	2012	Variété de référence	Euralis Semences	Euralis Semences	orange	910	1875
ES ALIZE	2009	Variété de référence	Euralis Semences	Euralis Semences	orange	950	1880
ARMAX	2013	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	rouge orangé	940	1875
ARMORIK (1)	2014	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	Orange	860	1815
ARCANE	2016	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	orange	910	1875
RGT DODGGE	2014	Variété autre	R2N	RAGT	orange	900	1825
RGT HUGGO	2014	Variété autre	R2N	RAGT	rouge orangé	915	1870
ES MONSOON	2016	Variété en 3 ^{ème} année	Eurosorgho	Euralis Semences	orange	920	1880
ES SHAMAL	2017	Variété en 2 ^{ème} année	Eurosorgho	Euralis Semences	orange	915	1875

(1) : variété charnière du groupe Très précoce

Le réseau et l'utilisation des essais

Variétés et zone d'expérimentation demi précoce à précoce

Commune	Dép.	Densité plantes	Densité panicules	H2O panicule		H2O récolte		Rendement				Date épilaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	Statut en rendement
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	min	Max						
Réseau à potentiel limitant en eau																	
ST GEORGES DU BOIS	17	250.46	240.78	26.54	1.56	14.35	0.36	50.08	2.03	38.9	54.86	1/8	98.36	1	1.59	7.04	RE
ST PIERRE D AMILLY	17	272.33	241.96	26.48	1.73	14.96	0.88	63.957	6.59	52.6	73.33	20/7	107.77		3.796		RE
MONDONVILLE	31	233.39	230.55	22.64	1.09	16.14	0.51	76.09	4.75	54.49	92.51	19/7	124.26		1.2		E
MARESTAING	32	ABANDON suite à des ravinements et/ou inondations en juin															E
SAMATAN	32	ABANDON suite à des ravinements et/ou inondations en juin															E
SARRANT	32	197.1	215.87	26.12	1.64	17.88	0.49	87.46	3.52	81.95	94.43	26/7	136.81				RE
RIVIERES	81	229.3	236.57	18.07	0.64	13.32	0.48	72.32	2.65	65.78	77.6	2/8	117.78		1.35	6.74	RE
REALVILLE	82	222.31	217.87	28.99	3.98	19.17	0.87	54.96	6.4	45.37	62.83	26/7	101.38	-	-		RE
Réseau à potentiel non limitant																	
ETOILE SUR RHONE	26	285.35	286.32	20.36	1.08	14.34	0.41	93.18	3.31	87.98	98.85	23/7	114.46				RE
AUZEVILLE TOLOSANE	31	ABANDON Suite à des stérilités liées à ravageurs et à phyto de désherbage															E
AVIGNONET LAURAGAIS	31	244.55	266.61	20.91	0.91	17.6	1.46	93.56	5.63	82.36	106.48	28/7	132.38		1.09	6.48	RE
MONTESQUIEU LAURAGAIS	31	278.94	284.77	25.63	1.12	13.67	0.18	103.09	2.07	95.49	116.87	12/7	132.44	1	1	3.93	RE
NERAC	47	270.49	279.39	21.72	0.55	16.31	0.24	96.72	4.44	86.35	104.58	18/7	128.52		1.11		RE
AUVILLAR	82	272.01	266.4	24.55	0.96	15.47	0.75	96.59	3.1	89.42	102.75	19/7	119.81		1.0185	7.03	RE
REALVILLE	82	231.89	235.37	30.315	4.0	18.82	0.9	84.04	4.97	76.23	92.45	27/7	132.64				RE

Résultats des variétés Précoces et Demi-Précoces

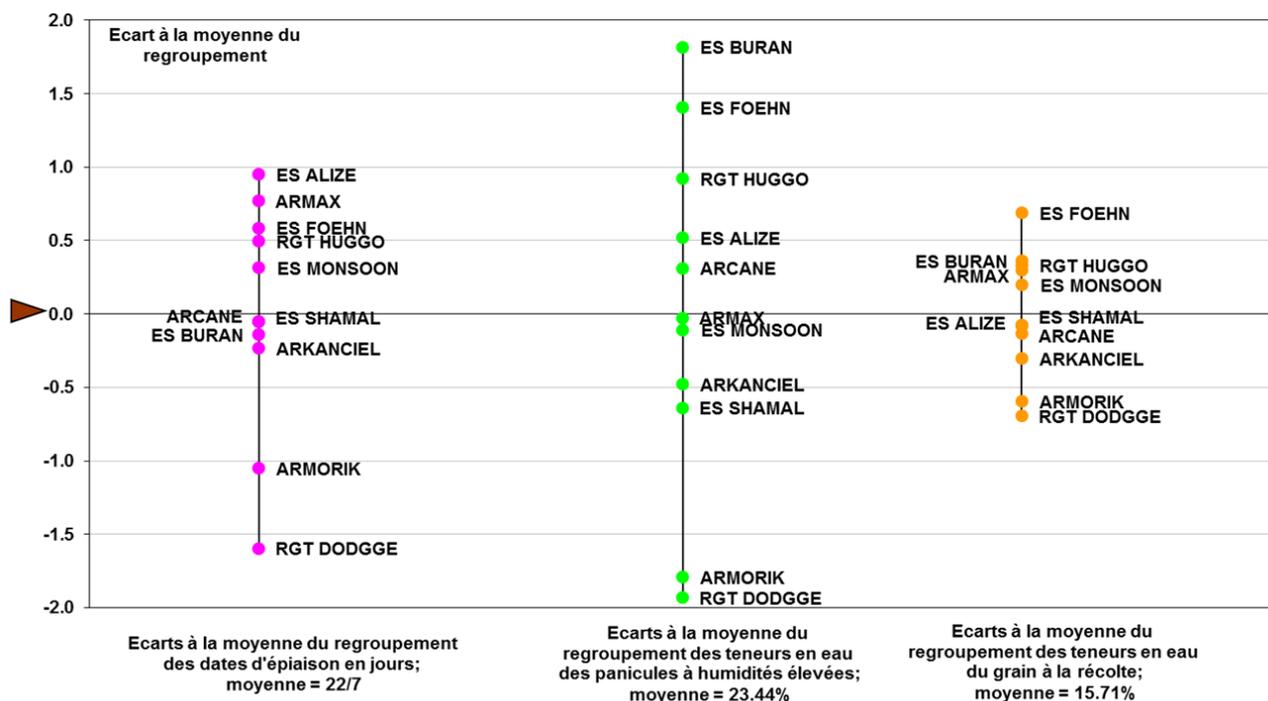
Essais irrigués à itinéraire peu limitant et essais avec déficit hydrique à itinéraire plus limitant

VARIETES Précoces et Demi Précoces	Densité levée	Vigueur v =	Densité panicule	Hauteur plante	Date épilaison	Verse à maturité	Humidité panicule	Humidité récolte	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Rendement en q/ha	
	1000 / ha	faible, 9	1000 / ha	en cm	2018	2018	en %	en %	Rendements		E.T.	Rdt	ET	
	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2016	2017	2018	2018	2018	2018
Variétés de référence														
ARKANCIEL	235.7	6.5	247.8	118.3	22/7	3.2	23.0	15.4	95.8	95.5	97.7	3.8	79.0	3.0
ARCANE	258.7	6.7	263.0	117.9	22/7	4.3	23.8	15.6	101.4	100.3	101.6	3.6	82.1	3.0
ES BURAN	228.9	6.8	233.1	116.1	22/7	1.7	25.3	16.1	100.2	96.8	98.4	3.4	79.5	2.7
ES FOEHN	240.4	6.7	249.0	125.0	22/7	2.3	24.8	16.4	100.9	99.7	102.0	2.0	82.5	1.7
ARMORIK	253.7	6.8	254.1	121.2	21/7	3.3	21.6	15.1	92.5	94.8	95.3	4.4	77.0	3.4
ARMAX	254.3	6.5	254.2	121.8	23/7	2.8	23.4	16.0	100.8	101.8	99.9	2.8	80.8	2.3
ES ALIZE	243.1	6.8	244.1	118.2	23/7	1.7	24.0	15.6	98.4	98.3	98.0	4.7	79.2	3.7
Variétés Autres														
RGT DODGGE	244.0	6.7	244.3	116.2	20/7	2.7	21.5	15.0	99.4	97.0	97.7	4.9	79.0	3.9
RGT HUGGO	261.9	7.0	265.7	123.9	22/7	2.7	24.4	16.0	103.3	103.7	100.7	2.6	81.4	2.1
Variétés de 3ème année d'expérimentation														
ES MONSOON	256.7	6.5	262.8	117.2	22/7	2.2	23.3	15.9	102.9	105.1	105.6	3.2	85.4	2.7
Variétés de 2ème année d'expérimentation														
ES SHAMAL	254.8	6.7	260.9	118.9	22/7	3.2	22.8	15.6	105.4	104.4	103.1	3.6	83.3	3.0
Référence														
Moyenne des essais	248.4	6.7	252.6	119.5	22/7	2.7	23.4	15.7	87.8 q/ha	88.4 q/ha	100 = 80.8 q/ha		80.8 q/ha	
Nombre d'essais	11	2	11	11	11	2	8	11	10	11	11			
Analyse statistique P.P.E.S.	11.3	-	10.0	2.7	0.7	-	1.2%	0.5	4.2%	3.8%	3.1%		2.5	

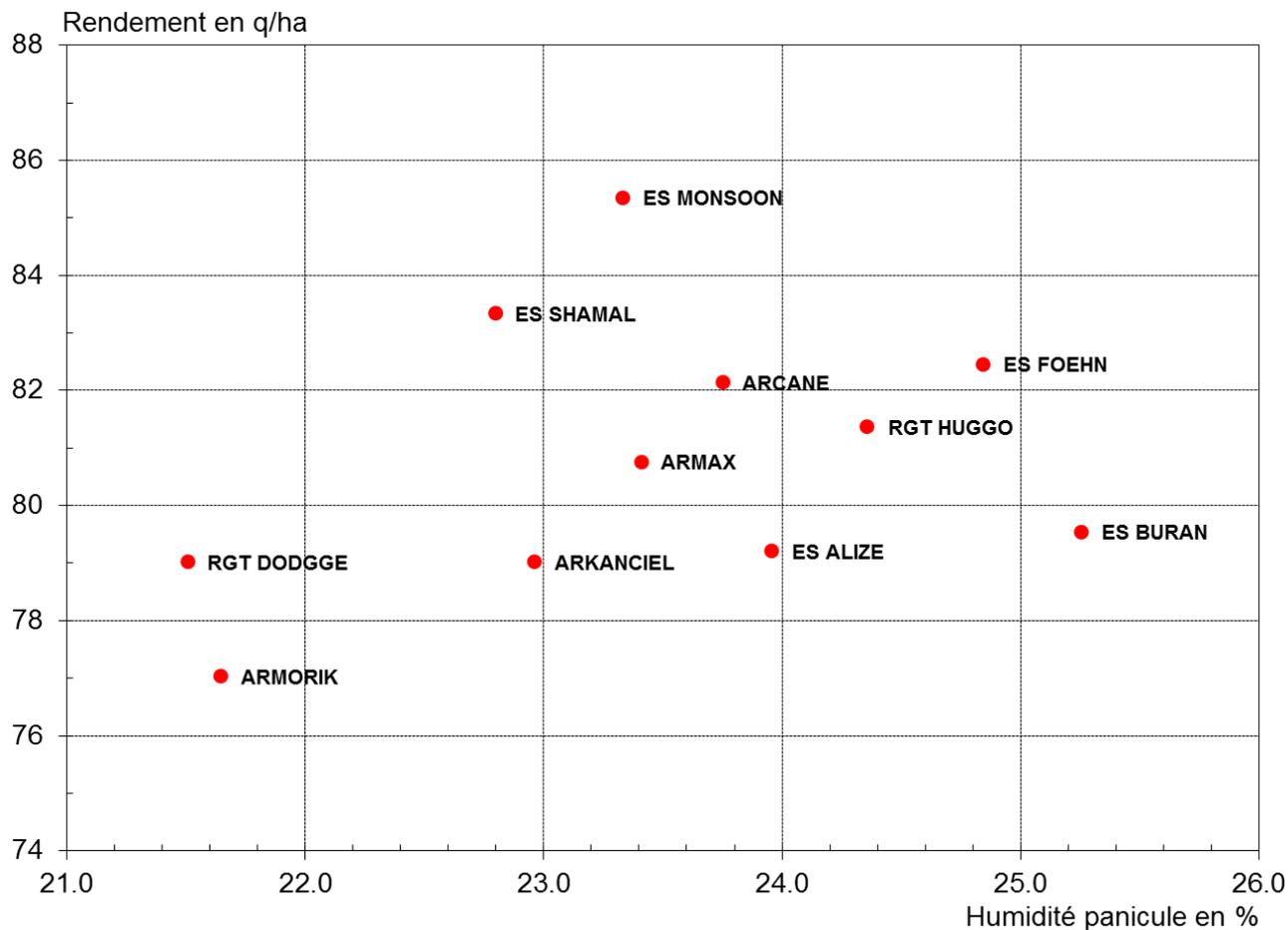
Précocité des variétés à plusieurs stades

Variétés Précoces, Toutes zones de cultures

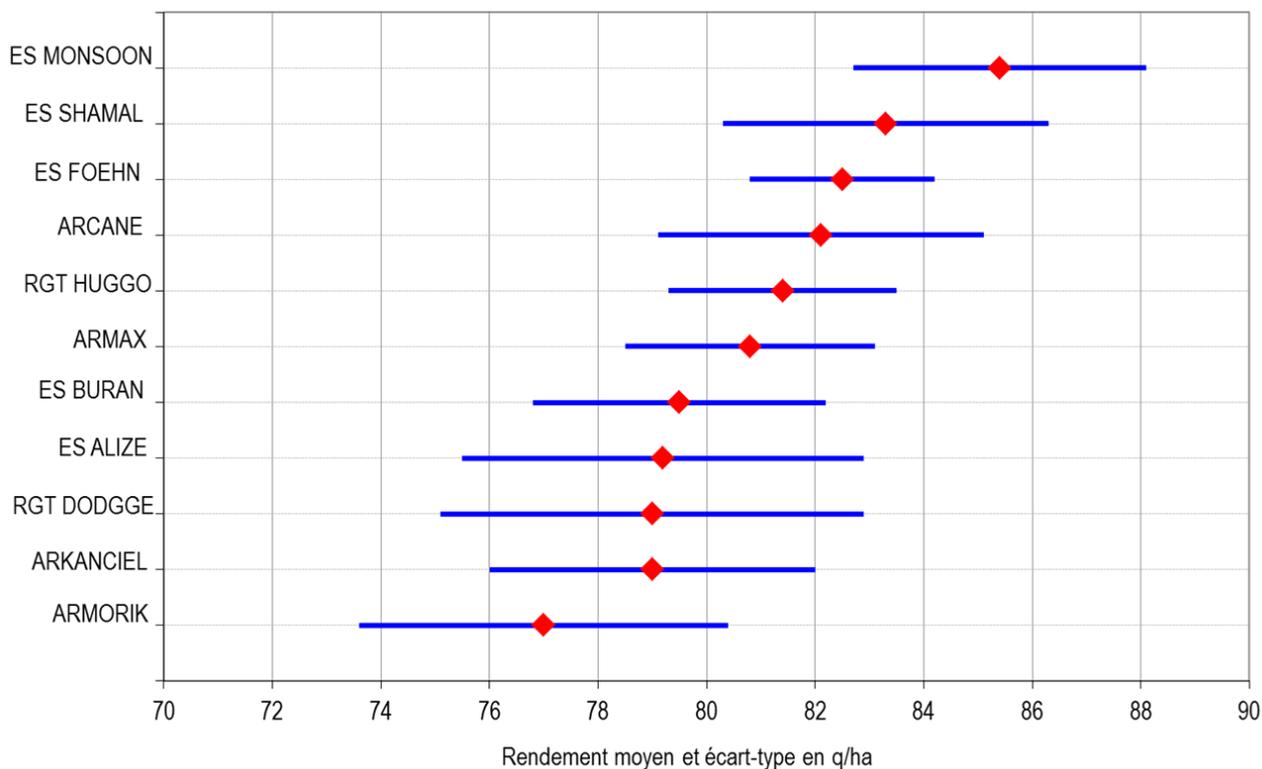
Comparaison de précocité à plusieurs stades de teneur en eau à la récolte



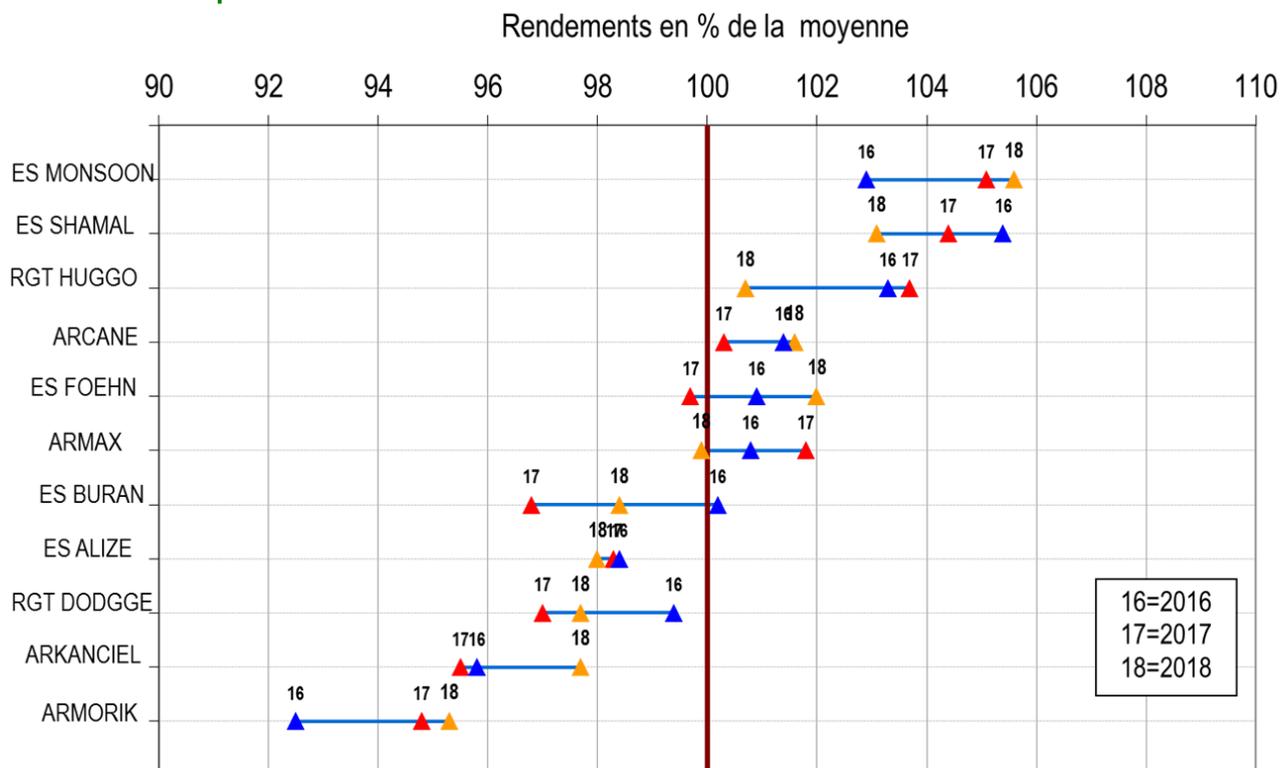
Rendement et précocité – résultats 2018



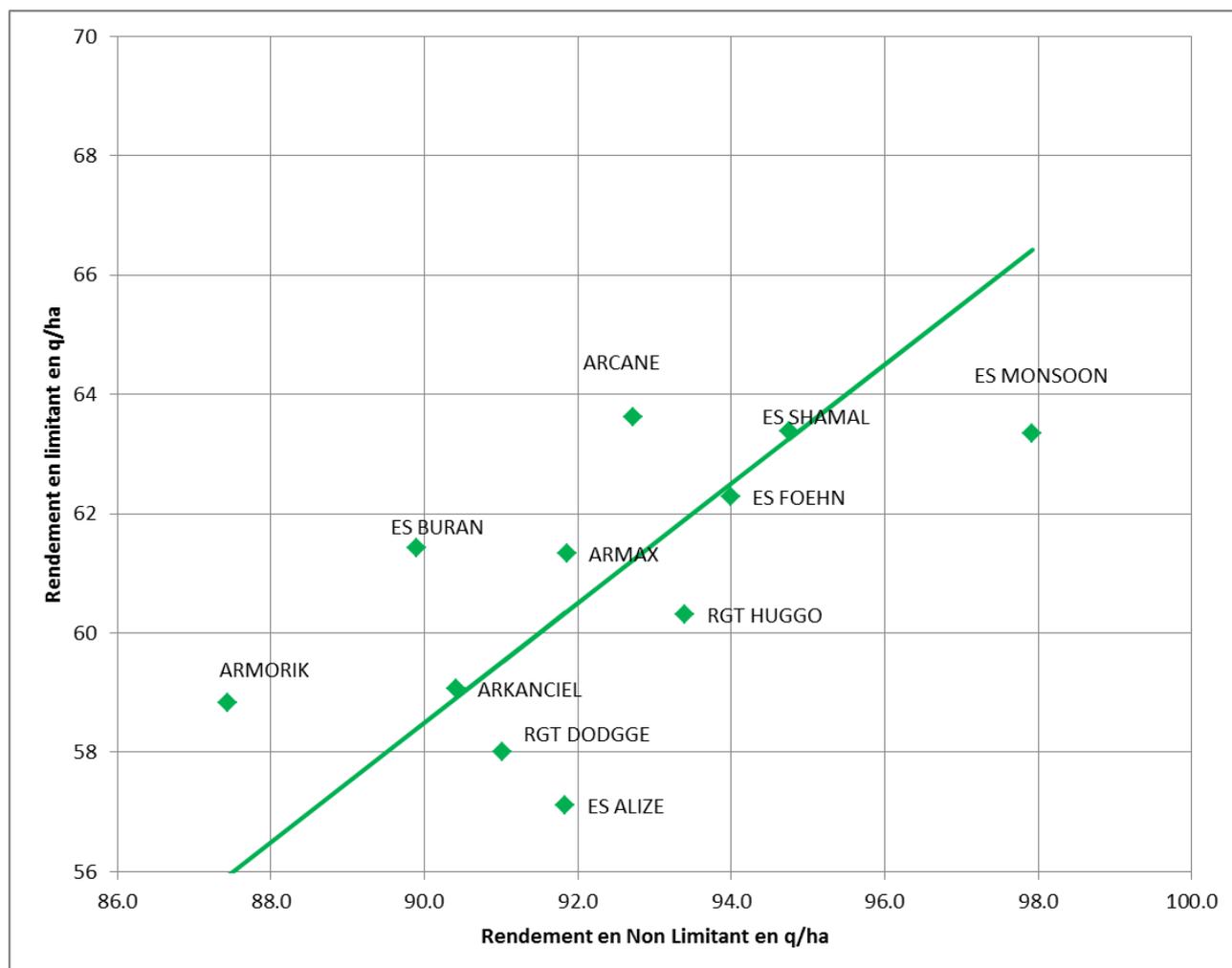
Rendement moyens et écarts types des variétés dans les essais en 2018



Les rendements pluriannuels



Comparaison des rendements des variétés Précoces à Demi-Précoces en 2018 entre essais en potentiel limitant et peu limitant



La droite verte correspond aux rendements en potentiel limitant qu'auraient obtenus les variétés si elles produisaient en moyenne 31.5 q/ha de moins qu'en potentiel peu limitant, soit la différence entre les 2 potentiels.

Les variétés positionnées au-dessus de la droite présentent de fait de meilleures performances en condition limitante (absence d'irrigation).

Groupe Demi Tardif et Tardif

- ▣ **Présentation des variétés**
- ▣ **Le réseau et l'utilisation des essais**
- ▣ **Précocité relative**
- ▣ **Les résultats**
- ▣ **Avis sur les variétés**

Présentation des variétés

Présentation des variétés des séries demi tardives à tardives

Variété	Année	Statut	Obtenteur	Représentant	Couleur du grain	Somme température Base 6	
						Du semis à épiaison	Du semis à 25 % d'humidité panicule
ANGGY	2013	Variété de référence	R2N	RAGT Semences	Orange	975	1920
ARIZONA	2015	Variété de référence	Eurosorgho	Semences de Provence	Rouge orangé	955	1910
RGT GGABY	2014	Variété de référence	R2N	RAGT Semences	Orange	985	1885
ES FOEHN (1)	2013	Variété de référence	Eurosorgho	Euralis Semences	brun clair	935	1885
ES BOREAS	2015	Variété autre	Eurosorgho	EURALIS Semences	Orange	970	1915
FUEGO CS	2011	Variété autre	Caussade semences	Caussade semences	Rouge orangé	1010	1930
RGT GGUSTAV	2018	Variété en 1 ^{ère} année	R2N	RAGT Semences	Orange	-	-

(1) : variété charnière du groupe Précoce à Demi précoce

Les variétés de ce groupe ont un cycle de végétation relativement long. Elles expriment de ce fait leurs bons potentiels en situations à bonnes disponibilités en températures. Elles valorisent bien les situations à bonne alimentation en eau.

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

Variétés et zone d'expérimentation demi tardive à 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
				Moy	Et	Moy	Et	Moy	Et	min	Max						
Réseau à potentiel limitant en eau																	
GRAGNAGUE	31	206.54	223.87	24.96	0.99	17.33	0.45	79.92	4.97	43.22	89.64	22/7	136.89		2.62		RE
MARESTAING	32	ABANDON suite à des ravinements et/ou inondations en juin															E
SAMATAN	32	ABANDON suite à des ravinements et/ou inondations en juin															E
SARRANT	32	195.71	209.29	28.08	1.53	19.04	0.54	90.33	3.47	81.11	94.21	27/7	143		1		RE
CLAPIERS	34	183.92	177.06	29.49	1.45	14.86	0.64	54.04	2.26	45.57	58.21	10/7	104.64				RE
BERNAC	81	235.34	229.76	20	1.23	15.83	0.93	69.16	3.99	62.91	76.11	4/8	123.24		1.48	6.93	RE
REALVILLE	82	223.41	222	33.82	1.6	20.87	0.98	59.2	4.63	53.39	64.18	28/7	107.56				RE
ST NAZAIRE DE VALENTANE	82	241.35	234.37			18.88	0.4	85.98	2.78	81.25	90.73	16/7	129.16				RE
Réseau à potentiel non limitant																	
ETOILE SUR RHONE	26	285.96	282.98	22.58	1.99	15.53	0.5	96.81	2.26	93.55	100.36	25/7	119.09				RE
PIERRELATTE	26	218.47		20.89	1.29	16.33	0.52	69.22	5.08	63.82	75.42	13/7					RE
AUZEVILLE TOLOSANE	31	ABANDON Suite à des stérilités liées à ravageurs et à phyto de désherbage															E
AVIGNONET LAURAGAIS	31	254.22	263.35	22.33	1.19	20.32	1.2	95.45	4.66	89.6	101.63	31/7	136.46		1	6.35	RE
MONTESQUIEU LAURAGAIS	31	235.25	242.28	20.69	0.93	14.34	0.2	102.46	3.2	98.41	110.82	16/7	134.56	1	1	4.06	RE
CLAPIERS	34	223.13	220.35	16.93	0.75	13.71	0.51	79.32	2.68	73.91	83.63	7/7	118.6				RE
NERAC	47	269.2	271.15	23.38	1.08	18.08	1.01	97.52	3.23	90.48	104.24	20/7	136.89		1.22		RE
AUVILLAR	82	271.45	269.34	19.1	1.13	17.02	1.03	97.28	3.57	89.77	102.3	22/7	126.48		1.06	6.89	RE
REALVILLE	82	227.91	239.22	29.4	3.43	20.81	2.24	71.26	10.49	52.34	88.92	29/7	138.89				E

Résultats des variétés Demi-Tardives et Tardives

Essais irrigués à itinéraire peu limitant et essais avec déficit hydrique à itinéraire plus limitant

VARIETES Demi-Tardives à Tardives	Densité levée	Vigueur	Densité panicule	Hauteur plante	Date	Verse	Humidité panicule	Humidité récolte	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Rendement en q/ha	
	1000 / ha	5 = faible, 9 = bonne	1000 / ha	en cm	épiaison	maturité	en %	en %	Rendements			E.T.	Rdt	ET
	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2016	2017	2018	2018	2018	2018
Variétés de référence														
ANGGY	238.1	6.6	238.7	125.2	20/7	-	24.9	17.4	99.1	101.5	100.0	2.8	82.6	2.3
ARIZONA	221.1	6.7	230.6	132.1	19/7	-	23.7	16.9	102.1	99.2	101.4	2.6	83.8	2.1
RGT GGABY	235.2	6.8	241.8	130.3	21/7	-	24.4	17.2	96.6	100.4	102.4	2.8	84.6	2.4
ES FOEHN	232.6	6.6	242.4	126.8	17/7	-	22.4	16.5	-	99.3	97.8	4.6	80.8	3.8
Variétés Autres														
ES BOREAS	224.5	6.4	228.9	126.9	18/7	-	22.5	16.6	101.7	-	100.7	4.5	83.2	3.8
FUEGO CS	245.2	6.3	248.9	134.0	23/7	-	26.1	18.4	98.7	96.4	94.1	11.7	77.7	9.1
Variétés de 1ère année d'expérimentation														
RGT GGUSTAV	244.5	7.0	246.7	126.9	20/7	-	24.6	16.8	101.8	103.2	103.7	3.1	85.7	2.7
Référence									100=	100=	100=			
Moyenne des essais	234.5	6.6	239.7	128.9	20/7	-	24.1	17.1	89.9 q/ha	87.9 q/ha	82.6 q/ha		82.6 q/ha	
Nombre d'essais	13	3	12	12	14	-	8	13	13	13	13			
Analyse statistique P.P.E.S.	6.4	0.5	6.4	3.1	0.65	-	1.0%	0.4%	3.4%	4.7%	3.9%		3.3	

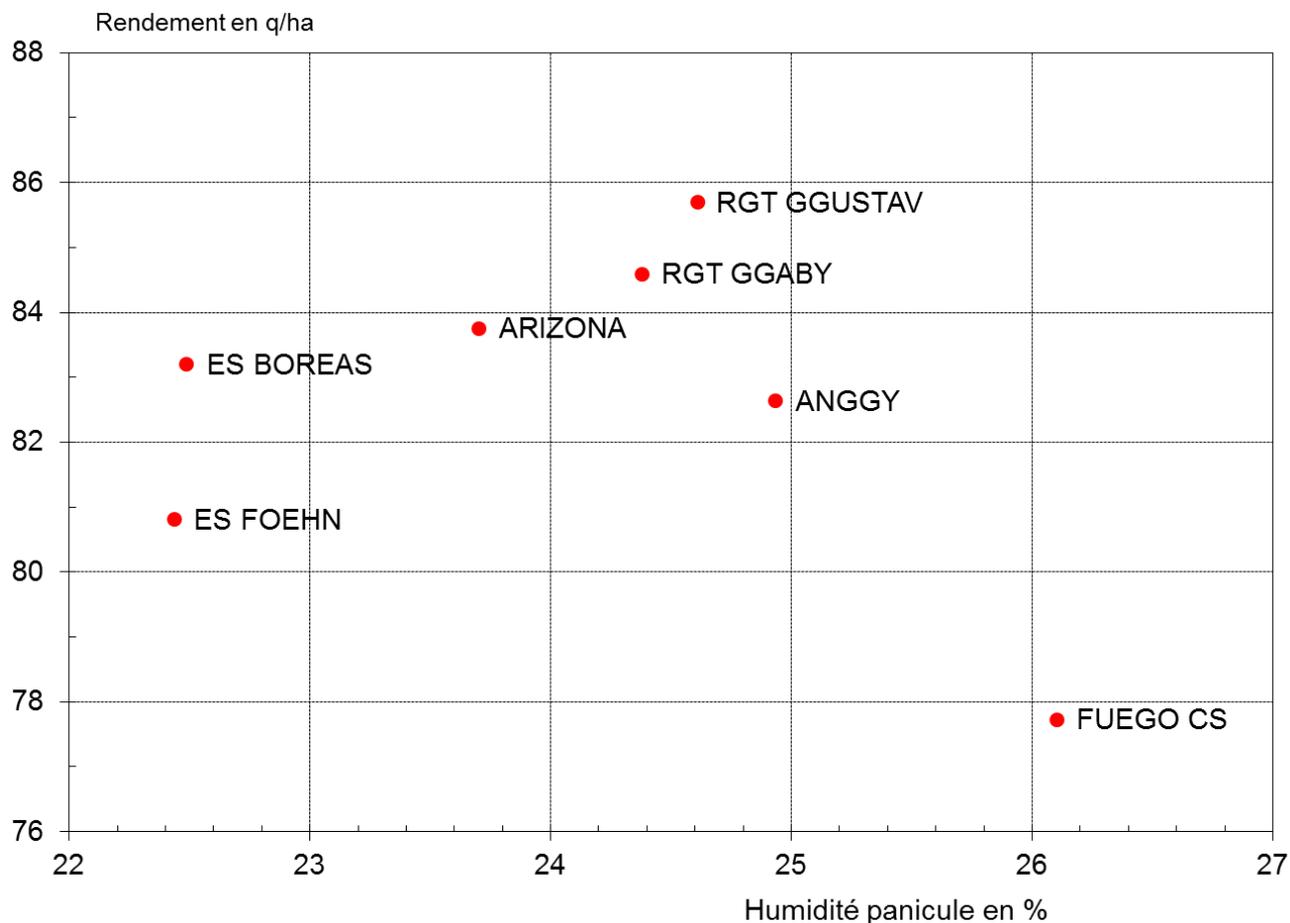
Précocité des variétés à plusieurs stades

Variétés demi tardives, Toutes zones de cultures

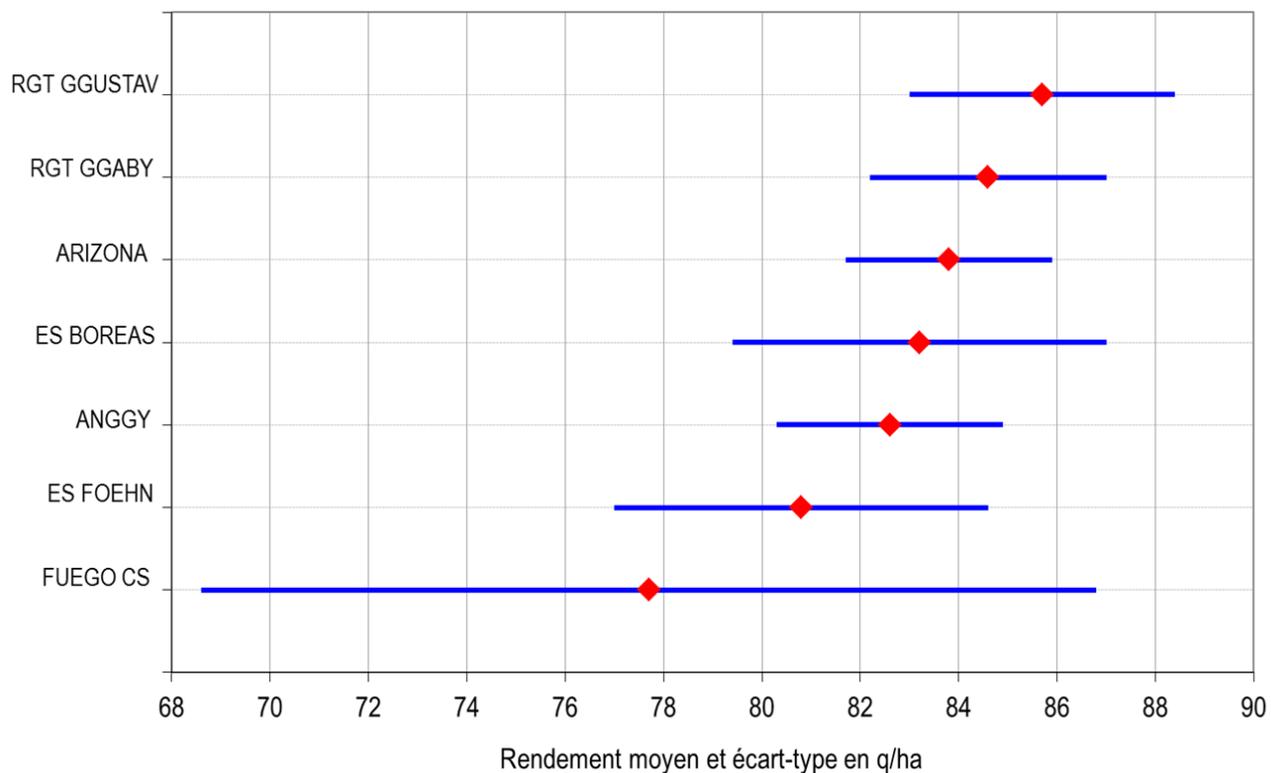
Comparaison de précocité à plusieurs stades de teneur en eau à la récolte



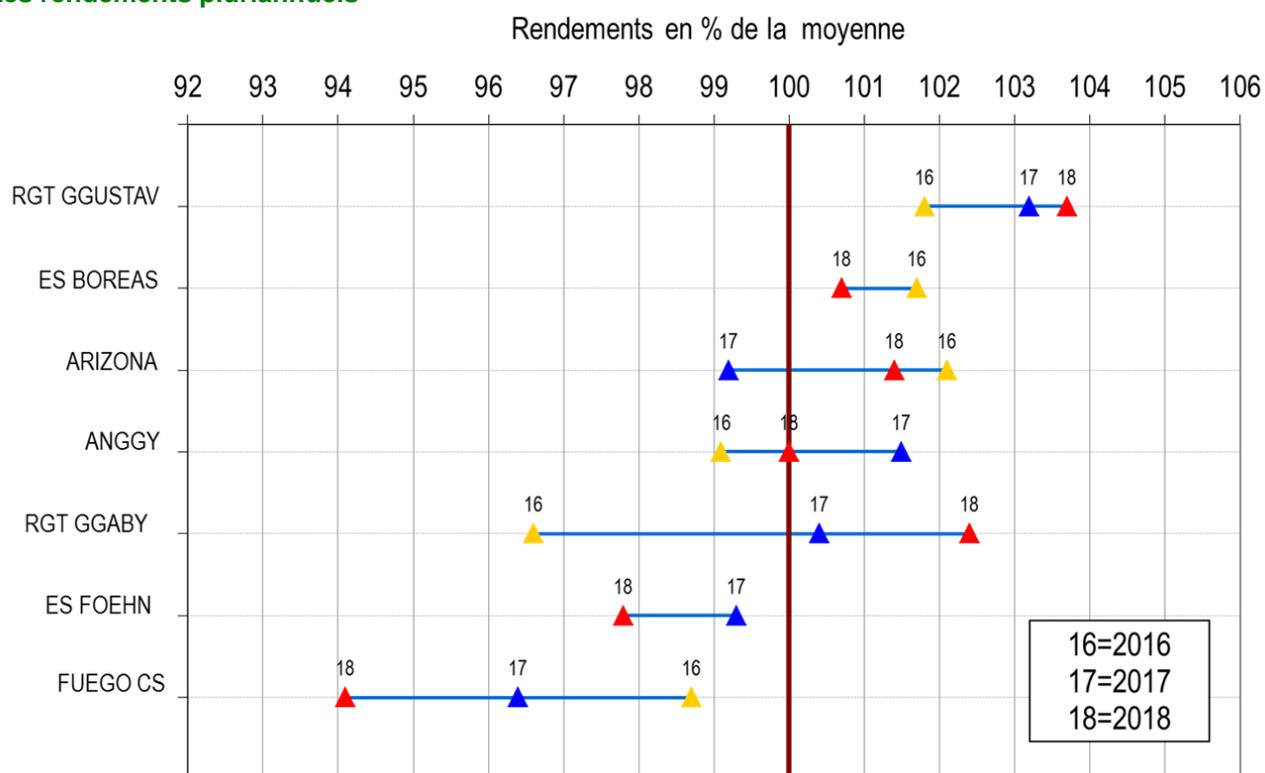
Rendement et précocité – résultats 2018



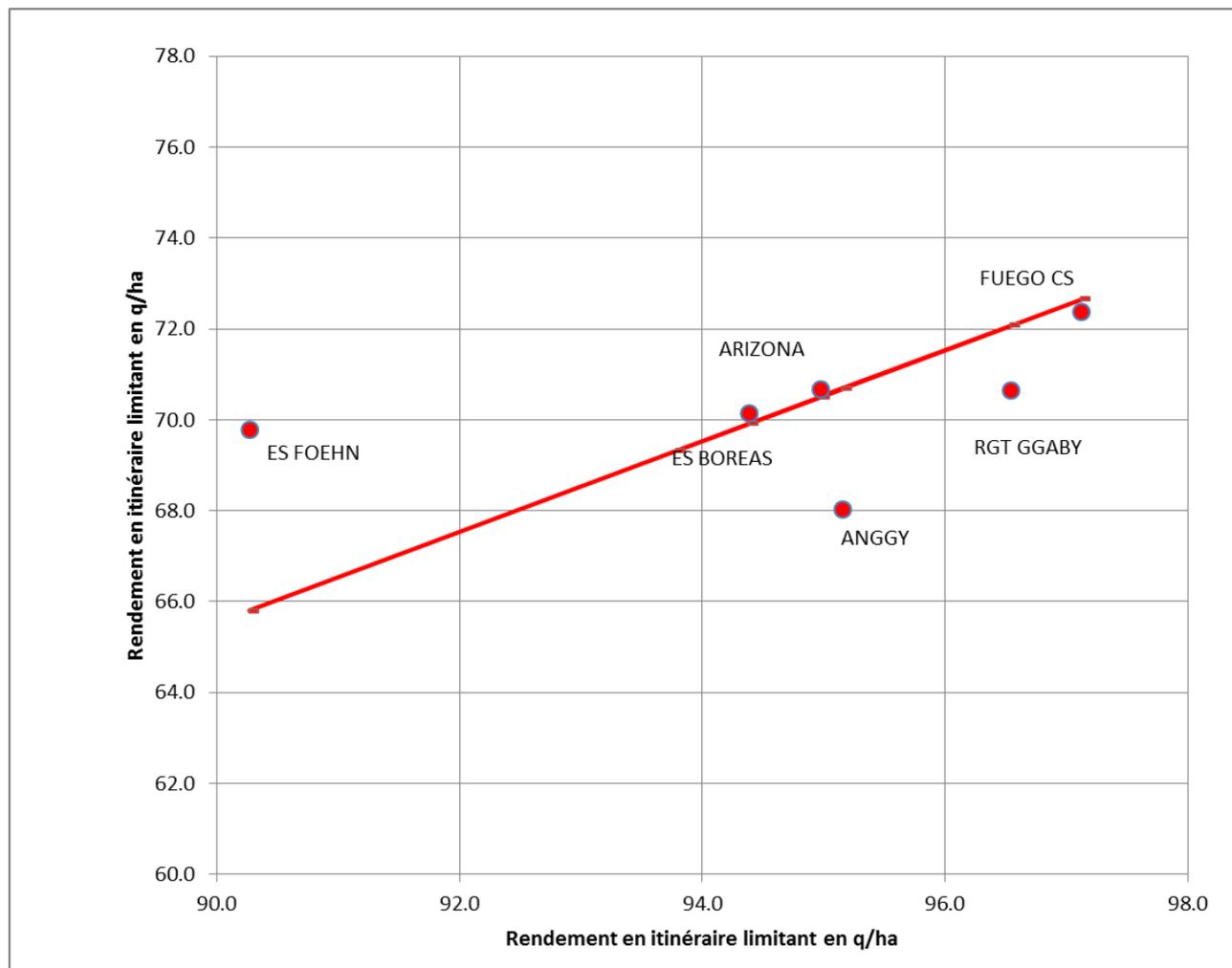
Rendement moyens et écarts types des variétés dans les essais en 2018



Les rendements pluriannuels



Comparaison des rendements des variétés Précoces à Demi-Précoces en 2018 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 24.5 q/ha de moins qu'en potentiel peu limitant, soit la différence 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 2018

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 données

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 2011 à 2018,
- des épreuves de VATE (Valeur agronomique, technologique et environnementale) du CTPS des années 2011 à 2017. 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 2011 à 2017. 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 caractères 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 varie 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 2018. 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 nombres d'essais valorisés en rendement et les périodes d'expérimentation sont précisés.

Caractères	Expression des résultats	Echelle et sens de lecture
Rendement	En % de la moyenne des variétés expérimentées dans la liste des variétés expérimentées en 2016 dans le groupe de précocité	Un pourcentage élevé correspond à un rendement supérieur à la moyenne des variétés testées en 2018
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 2018 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 2018 dans le groupe de précocité considéré	Une valeur positive en grain signifie que la variété est plus tardive à la récolte.
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 2018 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 méthodes 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.

Variétés présentées dans les synthèses

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 2013 et toujours proposées à la commercialisation, c'est-à-dire figurant sur le dépliant des variétés de sorgho 2018 édité par ARVALIS-Institut du végétal en collaboration avec le GEVES et PROSORGHO.

Josiane LORGEOU Nathalie MANGEL, Christophe BERGEZ, Bruno MARTIN (ARVALIS), Christophe GRIZEAU, Céline GELOT et Valérie UYTTEWAAL (GEVES)

Synthèse pluriannuelle des performances des variétés de sorgho grain, Actualisation 2018

Variétés de sorgho grain Très Précoces (groupe A)

Variétés	année inscription	Représentant	Couleur de grain	période expérimentation	Note de vigueur	Hauteur plantes en cm	Hauteur	Précocité à l'épiaison	Rendement	Précocité à la maturité physiologique	Précocité à la récolte	Verse
ARABESK	2017	Semences de Provence	blanc	2015-2018	7.0	124.1	0.2	102.8	102.8	-0.6	-0.6	2.6
ARFRIO	2009	Semences de Provence	orange	2011-2018	7.0	105.2	-3.4	95.6	95.6	-1.9	-0.7	2.1
ARMORIK	2014	Semences de Provence	orange	2012-2018	7.0	116.3	2.6	103.3	103.3	0.9	0.9	1.8
ARSKY	2013	Semences de Provence	orange	2011-2018	7.1	108.9	-0.4	102.2	102.2	-0.6	-0.2	1.9
BALTO CS	2011	Causcade Semences	orange	2011-2018	6.7	108.8	-1.9	96.3	96.3	0.6	-0.1	2.3
BURGO (PDP)	2001	RAGT	rouge orangé	2011-2016	6.4	108.3	1.6	96.3	96.3	1.0	-0.3	1.7
ES TYPHON	2013	Euralis Semences	rouge orangé	2011-2017	7.2	119.6	2.6	96.6	96.6	0.3	0.2	2.1
LEGGOO	2012	RAGT	orange	2011-2016	6.9	116.0	0.2	95.7	95.7	0.7	0.5	1.7
QUEBEC	1999	Semences de Provence	brun clair	2011-2012	6.9	112.1	-0.9	90.7	90.7	-3.0	-0.9	3.3
RGT BELUGGA	2016	RAGT	rouge orangé	2014-2018	6.4	105.7	0.3	103.3	103.3	1.4	0.6	2.7

(PDP) = précoce à demi Précoce,

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

Variétés de sorgho grain Précoces à Demi-Précoces (groupe B)

Variétés	année inscription	Représentant	Couleur de grain	période expérimentation	Note de vigueur	Hauteur des plantes en cm	Précocité à l'épiaison	Rendement	Précocité à la maturité physiologique	Précocité à la récolte	Verse	
												Écart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne des variétés en Post-Inscription 2018
AGGYL	2013	RAGT	orange	2011-2015	5.9	119.7	-0.1	100.2	100.2	-0.1	-0.1	1.5
ARACK	2013	Semences de Provence	orange	2011-2015	6.7	126.6	0.3	98.5	98.5	-0.1	0.0	1.8
ARCANE	2016	Semences de Provence	orange	2014-2018	6.7	114.8	-0.5	100.9	100.9	-0.3	-0.5	1.7
ARKANCIEL	2009	Semences de Provence	orange	2011-2018	6.7	116.2	-1.2	96.4	96.4	-0.7	-0.7	1.6
ARMAX	2013	Semences de Provence	rouge orangé	2013-2018	6.5	120.8	1.1	101.2	101.2	0.4	0.4	1.8
ARMORIK (TP)	2014	Semences de Provence	orange	2016-2018	6.6	119.9	-1.7	94.3	94.3	-1.1	-0.6	2.0
BLOGG	2013	RAGT	orange	2011-2016	6.9	123.6	0.7	100.7	100.7	0.8	0.2	2.4
BURGO	2001	RAGT	rouge orangé	2011-2016	6.6	109.6	-2.8	89.3	89.3	-1.1	-1.2	1.3
ES ALIZE	2009	Euralis Semences	orange	2011-2018	6.6	117.4	1.6	98.4	98.4	0.4	0.1	1.2
ES BURAN	2012	Euralis Semences	orange	2011-2018	6.5	115.4	-0.7	98.8	98.8	0.9	0.2	1.6
ES FOHN	2013	Euralis Semences	brun clair	2011-2018	6.6	122.1	0.9	101.1	101.1	0.9	0.4	1.4
ES MONSOON	2016	Euralis Semences	brun clair	2014-2018	6.7	114.5	0.5	104.0	104.0	0.4	0.4	1.6
ES PASSAT	2015	Euralis Semences	orange	2013-2017	6.6	123.2	1.5	101.8	101.8	1.4	0.8	1.8
ES SHAMAL	2017	Euralis Semences	orange	2015-2018	6.6	117.5	0.3	104.7	104.7	-0.5	0.0	1.7
JAGLIAR	IT-2011	RAGT	orange	2012-2013	6.8	129.1	0.4	95.3	95.3	0.0	0.3	1.4
RGT DODGGE	2014	RAGT	orange	2012-2018	6.9	114.0	-1.6	96.8	96.8	-1.8	-0.6	1.2
RGT HUGGO	2014	RAGT	rouge orangé	2012-2018	6.8	122.3	-0.2	101.6	101.6	0.0	0.2	1.5

(TP) = Très Précoce

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

Variétés de sorgho grain Demi-Tardives à tardives (groupe C)

Variétés	année inscription	Représentant	Couleur de grain	période expérimentation	Vigueur	Note de vigueur	Hauteur des plantes en cm	Précocité à l'épiaison Ecart à l'épiaison en nombre de jours avec la moyenne des variétés en Post-Insription 2018	Rendement % de rendement en fonction de la moyenne des variétés en Post-Insription 2018	Précocité à la maturité physiologique		Note de verse
										Ecart en % de teneur en eau du grain avec la moyenne des variétés en Post-Insription en 2018	Précocité à la récolte	
ANGGY	2013	RAGT	orange	2011-2018	7.0	121.4	0.3	101.2	0.5	0.1	1.4	
ARIZONA	2015	Semences de Provence	rouge orangé	2013-2018	7.2	127.5	-0.9	103.1	-0.3	-0.1	2.2	
ARMAX (PDP)	2013	Semences de Provence	rouge orangé	2011-2012	6.6	122.1	-1.6	99.5	-1.3	-0.7	2.0	
BAGGIO	2013	RAGT	blanc	2011-2014	7.1	124.1	0.5	97.4	0.6	-0.1	1.8	
BLOGG (PDP)	2013	RAGT	orange	2011-2012	7.3	124.0	-1.8	99.5	-1.2	-0.6	2.1	
ES ALIZE (PDP)	2009	Euralis Semences	orange	2015-2017	7.2	117.8	-1.4	96.3	-1.7	-0.8	1.1	
ES AQUILON	2012	Euralis Semences	orange	2011-2014	7.0	122.8	-1.3	100.9	-1.1	-0.4	1.8	
ES BOREAS	2015	Euralis Semences	orange	2013-2018	7.1	123.9	-1.5	102.2	-1.0	-0.5	1.6	
ES FOEHN (PDP)	2013	Euralis Semences	brun clair	2017-2018	7.1	123.3	-2.4	99.9	-1.2	-0.4	1.2	
ES LEVANTE	2014	Euralis Semences	orange	2012-2015	7.2	124.1	0.6	100.2	0.3	0.0	1.4	
FUEGO CS	2011	Caussade Semences	rouge orangé	2011-2018	6.9	130.5	2.6	98.1	1.7	0.9	1.9	
FULGUS	2000	Semences de Provence	brun clair	2011-2015	7.3	118.0	1.0	97.2	-0.5	-0.4	1.5	
RGT GGABY	2014	RAGT	orange	2012-2018	7.0	125.6	1.8	101.4	1.0	0.3	1.2	
RGT GGUSTAV	2018	RAGT	orange	2015-2018	7.4	123.2	0.0	103.8	0.4	-0.1	1.4	

PDP = précocité à demi précocité

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

Source : ARVALIS et GEVES

Les Variétés de sorgho fourrager mono coupe

- ▣ Valorisation des sorghos en ensilage
- ▣ Présentation des variétés, Groupes 2
- ▣ Le réseau et l'utilisation des essais
- ▣ Les résultats
- ▣ Avis sur les variétés

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 maîtrisé 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 - %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 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

Dénomination	Statut	Année d'inscription	Rubrique de valeur énergétique (2)	Obtenteur	Représentant
Groupe 1 : variétés précoces à demi-tardives et de taille moyenne					
ARIGATO	Variété de référence	2017	E	Eurosorgho	Semences de Provence
NUTRIGRAIN	Variété de référence	2017	E	Advanta Seeds International	Barenbrug France
RGT SWINGG	Variété de référence	2017	DU	R2N	RAGT Semences
SUPER SILE 18	Variété de référence	2010	DU	Triumph Seed CO. (US)	Caussade Semences
VEGGA	Variété de référence	2012	DU	R2N	RAGT Semences
Groupe 2 : variétés demi-tardives à très tardives et de plus grande taille					
AMIGGO	Variété de référence	2012	PI	R2N	RAGT Semences
ES ATHENA	Variété de référence	2015	E	Eurosorgho	Euralis Semences
NUTRITOP STAR	Variété en 3 ^{ème} année de Post-Inscription	I-2014	E	Advanta Seeds International	Caussade Semences
SUCRO 506	Variété de référence	I-2009	DU	Sud Céréales (FR)	Semences de Provence
SUPER SILE 18 (1)	Variété de référence	2010	DU	Triumph Seed CO. (US)	Caussade Semences
TONGA	Variété de référence	2015	E	Advanta Seeds International	Barenbrug
STYX	Variété en 1 ^{ère} année de Post-Inscription	PT-2017	PI	KWS SAAT AG	Euralis Semences
PYRUS	Variété en 1 ^{ère} année de Post-Inscription	2018	DU	Eurosorgho	Euralis Semences

(1) : variété charnière de précocité entre les groupes 1 et 2

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

Le réseau et l'utilisation des essais

Essais des variétés et zone d'expérimentation du groupe 1

Commune	Dép.	Densité plantes	% MS plante entière		Rendement MS plante entière				Date épilaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	UFL par Kg de MS		Statut en rendement
			Moy	Et	Moy	Et	min	Max						Moy	Et	
ST PIERRE D AMILLY	17	156.85	31.12	1.48	11.29	0.86	9.39	12.79	6/8	189.77		1.3		100.58	1.6	RE
L ISLE JOURDAIN	32	ABANDON suite à des ravinements et/ou inondations en juin														E
LA POUZEZE -ERDRE EN AUJOU	49	168.03	37.45	2.53	18.13	1.43	15.13	20.11	30/7	208.7		1	6.41	100.93	1.46	RE
ST MARTIN DE SANZAY	79	ABANDON suite à excès d'eau, enherbement, lessivage														E
BERNAC	81	141.53	28.32	0.74	14.47	0.97	11.72	16.03	17/8	201.85	1	1.15	7.3	93.36	2.11	RE
REALVILLE	82		34.29	2.83	9.2	0.83	7.55	10.53	11/8	153.7			8.11	103.34	2.06	RE

Essais des variétés et zone d'expérimentation du groupe 2

Commune	Dép.	Densité plantes	% MS plante entière		Rendement MS plante entière				Date épilaison	Hauteur à la récolte	Verse végétation	Verse à maturité	Vigueur au départ	UFL par Kg de MS		Statut en rendement
			Moy	Et	Moy	Et	min	Max						Moy	Et	
ST PIERRE D AMILLY	17	152.16	27.27	0.68	13.88	1.21	10.75	16.74	10/8	243.37		0.57		94.65	2.31	RE
ST PAUL LES ROMANS	26	145.51	28.45	1.25	14.37	1.21	12.12	16.58	7/8	270.27	1.44	1.22	6.83	91.3	2.2	RE
MONDONVILLE	31	129.24	31.3	1.25	15.15	1.25	13.28	17.23	15/8	270.34		1.11		93.96	3.61	RE
CLAPIERS	34	172.88	30.16	1.07	18.15	1.19	15.3	20.94	21/7	277.43		1.0	6.83	89.79	1.14	RE
BERNAC	81	146.28	25.02	0.85	15.23	1.07	11.84	17.59	25/8	293.71		1	7	87.02	4.64	RE
REALVILLE	82		28.73	1.75	12.03	0.92	9.94	14.8	15/8	226.25			8.83	102.51	2.49	RE

Les résultats

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

Valeur agronomique

VARIETES Sorgho Plante entière Monocoupe 1	Densité levée 1000 / ha	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne	Hauteur plante en cm	Date épiaison	Verse Végétation 1 = peu versé, 9 = versé à 100%	Verse à maturité 1 = peu versé, 9 = versé à 100%	% MS Plante entière	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais			
								Rdt			E.T.
								2016	2017	2018	2018
Variétés de référence											
ARIGATO	158.8	6.6	190.0	5/8	-	-	32.3	93.6	93.9	92.3	5.0
NUTRIGRAIN	115.4	4.7	157.8	14/8	-	-	27.1	92.6	88.9	85.6	5.4
RGT SWINGG	166.4	7.8	184.3	31/7	-	-	40.8	118.2	99.6	101.6	3.9
SUPER SILE 18	162.9	7.8	199.9	14/8	-	-	29.9	101.6	117.4	112.9	4.9
VEGGA	143.4	8.2	187.4	3/8	-	-	33.4	94.0	100.2	107.6	3.6
Référence								100 =	100 =	100 =	
Moyenne des essais	149.4	7.0	183.9	7/8	-	-	32.7%	16.35 t/ha	14.0 t/ha	12.8 t/ha	
Nombre d'essais	3	3	4	4	-	-	4	2	4	4	
Analyse statistique P.P.E	29.0	1.6	14.7	3.9	-	-	2.1%	42.0%	10.7%	7.4%	

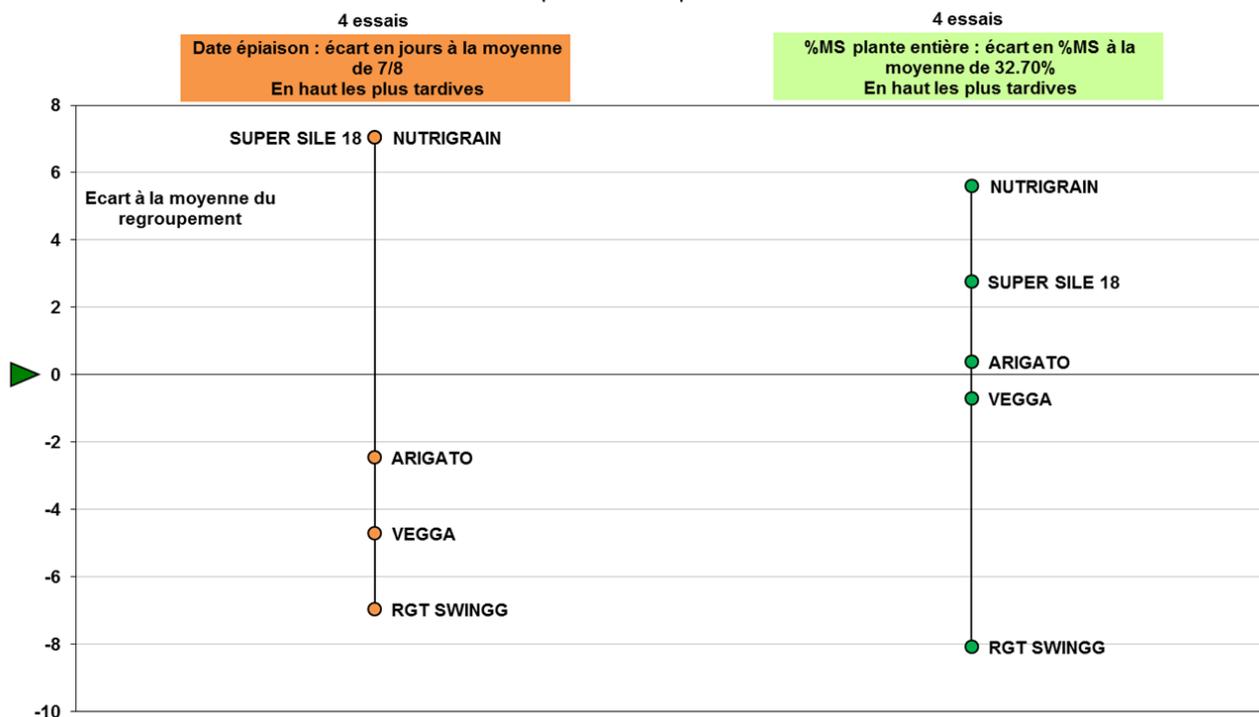
Valeur énergétique

VARIETES Sorgho Plante entière Monocoupe 1	Digestibilité MS Aufrère (*)	Teneurs en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)	Ufl/Kg de MS	Rendement en t/ha	
						Rdt	ET
						2018	2018
Variétés de référence							
ARIGATO	70.0	19.7	15.4	8.4	1.07	11.8	0.6
NUTRIGRAIN	67.6	9.3	20.3	8.1	1.06	11.0	0.6
RGT SWINGG	64.6	27.8	7.7	8.1	0.93	13.0	0.5
SUPER SILE 18	59.0	7.2	20.7	6.7	0.90	14.4	0.7
VEGGA	67.0	27.9	10.1	8.3	0.97	13.8	0.5
Référence						100 =	
Moyenne des essais	65.6	18.4	14.8	7.9	0.99	12.8 t/ha	
Nombre d'essais			4			4	
Analyse statistique P.P.E	3.3	6.0	3.4	0.8	5.60	1.0	

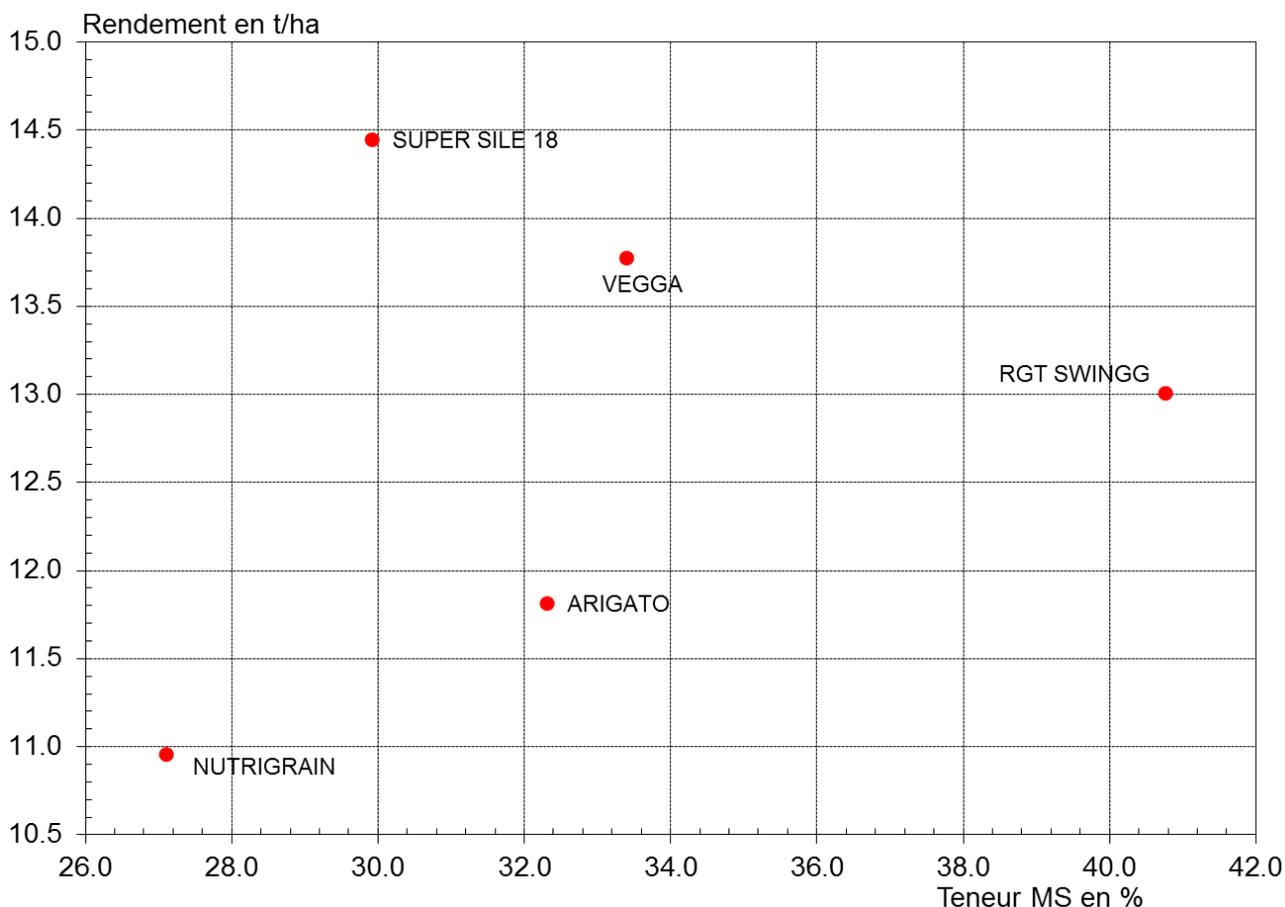
Précocité des variétés

Sorgho plante entière (ensilage et biomasse), Groupe 1

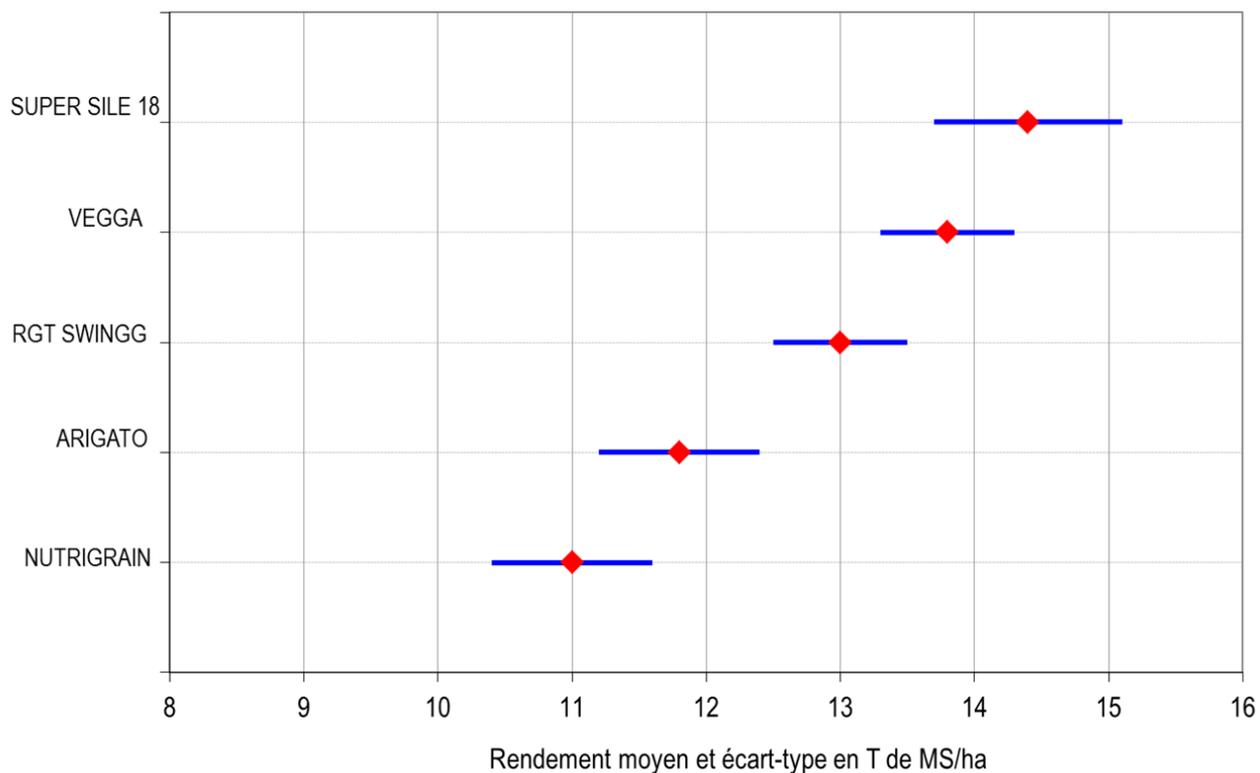
Comparaison de précocité



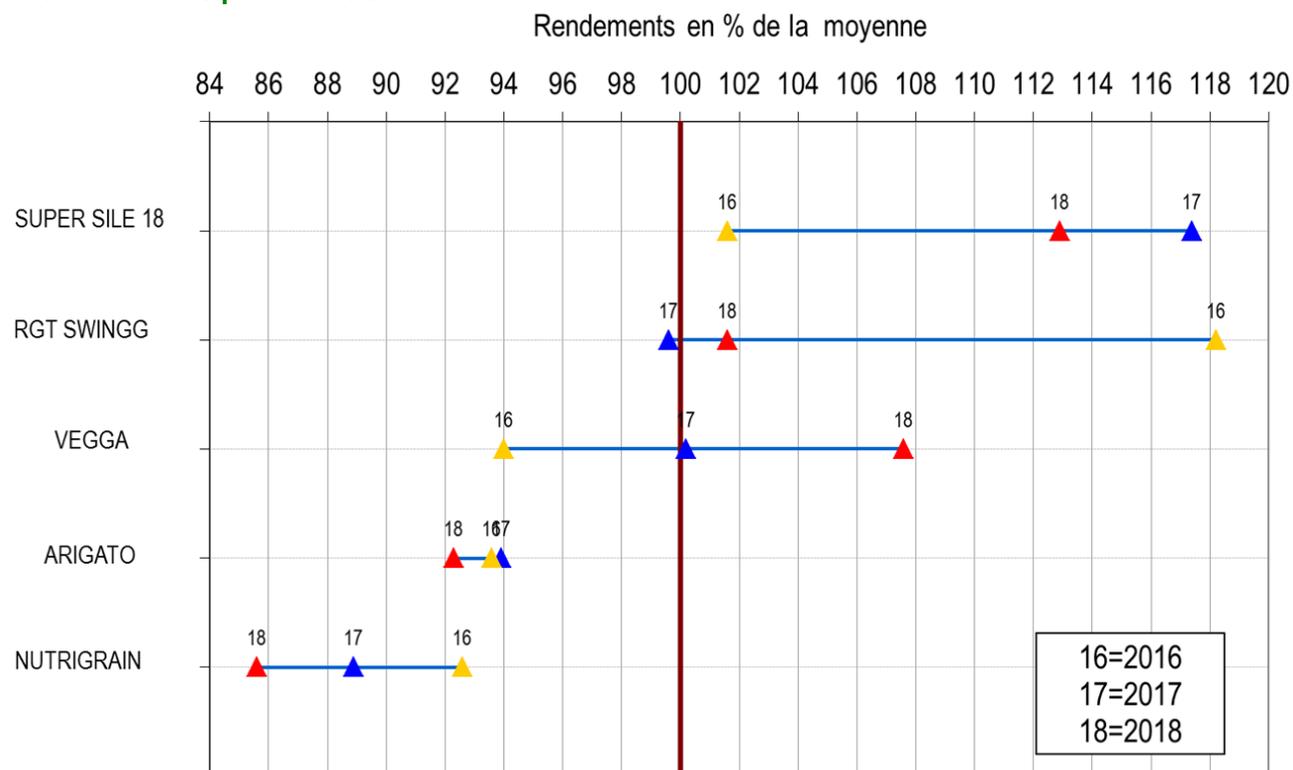
Rendement et précocité – résultats 2018



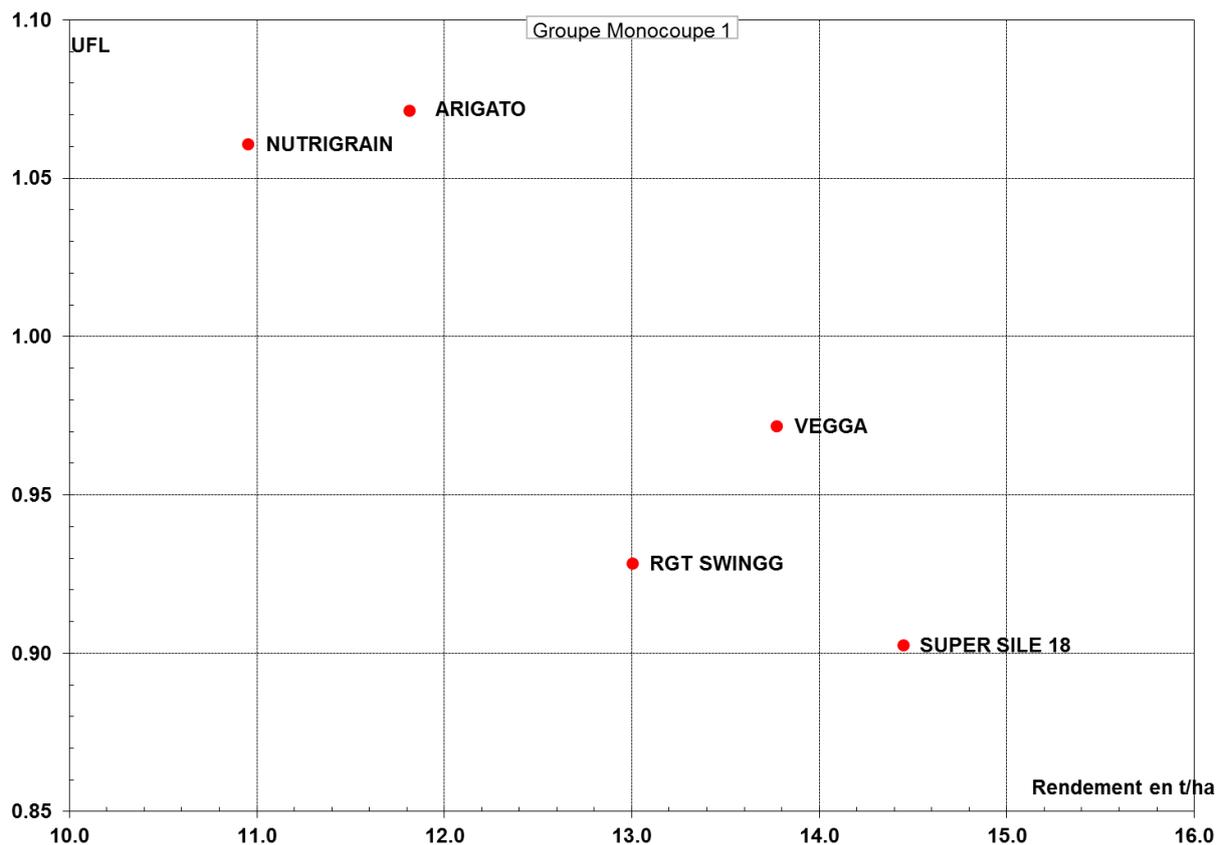
Rendement moyens et écarts types des variétés dans les essais en 2018



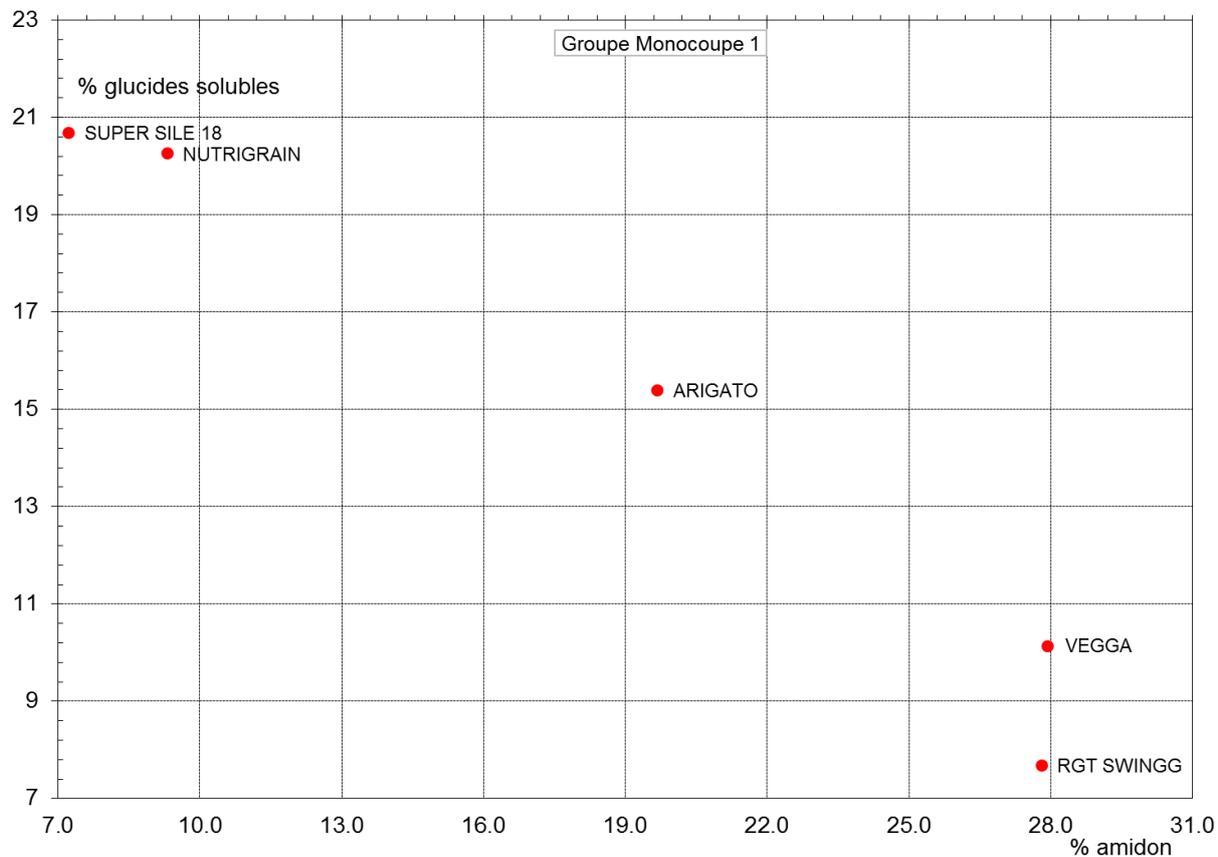
Les rendements pluriannuels



Valeur énergétique et rendement



Profil de valeur énergétique en glucides solubles et amidon



Les résultats

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

Valeur agronomique

VARIETES Sorgho	Densité levée	Vigueur	Hauteur plante	Date épiaison	Verse à maturité	% MS Plante	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais			
							Rdt			E.T.
							entière	entière	entière	entière
Plante entière										
Monocoupe 2	1000 / ha	5 = faible, 9 = bonne	en cm							
	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2016	2017	2018	2018
Variétés de référence										
AMIGGO	160.8	8.2	342.2	06/08	2.8	33.8	117.8	111.5	106.3	9.7
SUPER SILE 18	161.3	7.7	209.5	09/08	0.0	29.4	96.2	98.1	101.9	3.9
SUCRO506	157.7	8.4	287.9	08/08	0.5	27.4	113.7	114.1	109.4	6.0
ES ATHENA	137.1	5.9	260.5	02/08	1.8	28.8	94.6	92.7	98.9	3.5
TONGA	135.0	7.3	221.8	10/08	0.3	26.4	84.2	82.6	83.8	5.2
Variétés en 3ème année de Post Inscription										
NUTRITOPSTAR	105.8	6.6	265.1	-	0.0	21.9	93.0	91.2	92.1	6.4
Variétés en 1ère année de Post Inscription										
STYX	149.5	8.2	313.7	02/08	0.0	34.6	-	111.3	105.3	8.7
PYRUS	151.7	7.4	241.5	06/08	0.3	27.9	100.5	98.5	102.5	3.8
Référence							100 =	100 =	100 =	
Moyenne des essais	144.9	7.5	267.8	06/08	0.7	28.8	14.4 t/ha	15.8 t/ha	14.8 t/ha	
Nombre d'essais	5	4	6	5	3	6	5	5	6	
Analyse statistique P.P.E.	17.8	0.81	26.62	3.08	1.9	2.13	15.7%	8.2%	7.6%	

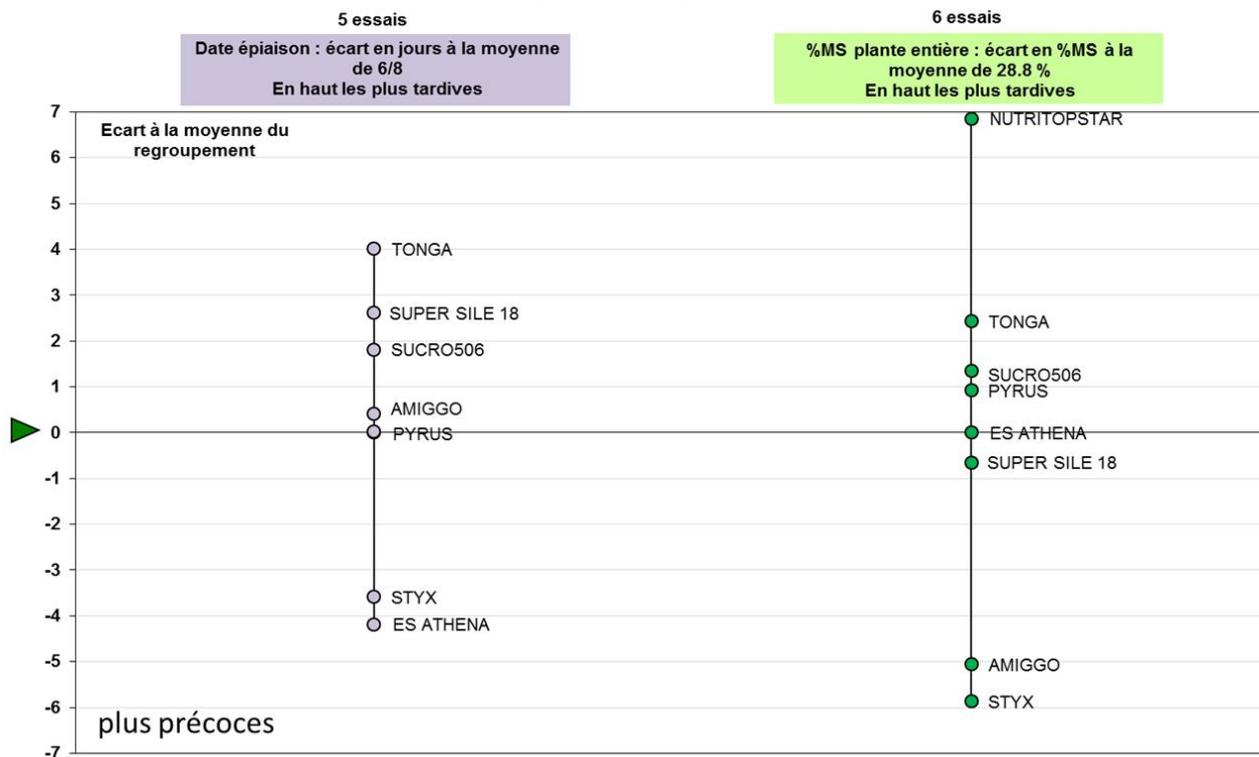
Valeur énergétique

VARIETES Sorgho	Digestibilité MS Aufrère (*)	Teneurs en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)	UFL/Kg de MS	Rendement en t/ha	
						Rdt	ET
						entière	entière
Plante entière							
Monocoupe 2							
	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
Variétés de référence							
AMIGGO	48.9	4.2	19.0	5.3	0.74	15.7	1.5
SUPER SILE 18	58.2	7.4	21.8	6.5	0.89	15.1	0.6
SUCRO506	53.9	3.0	22.7	5.8	0.83	16.2	1.0
ES ATHENA	66.2	12.2	31.9	6.4	1.04	14.6	0.5
TONGA	66.9	5.0	26.4	6.3	1.07	12.4	0.6
Variétés en 3ème année de Post Inscription							
NUTRITOPSTAR	61.8	0.8	21.8	5.7	0.98	13.6	0.9
Variétés en 1ère année de Post Inscription							
STYX	51.5	10.4	14.8	5.8	0.76	15.6	1.4
PYRUS	62.1	10.8	24.7	6.2	0.96	15.2	0.6
Référence						100 =	
Moyenne des essais	58.7	6.7	22.9	6.0	0.91	14.8 t/ha	
Nombre d'essais			6			6	
Analyse statistique P.P.	2.6	4.1	4.5	0.7	4.8	1.1	

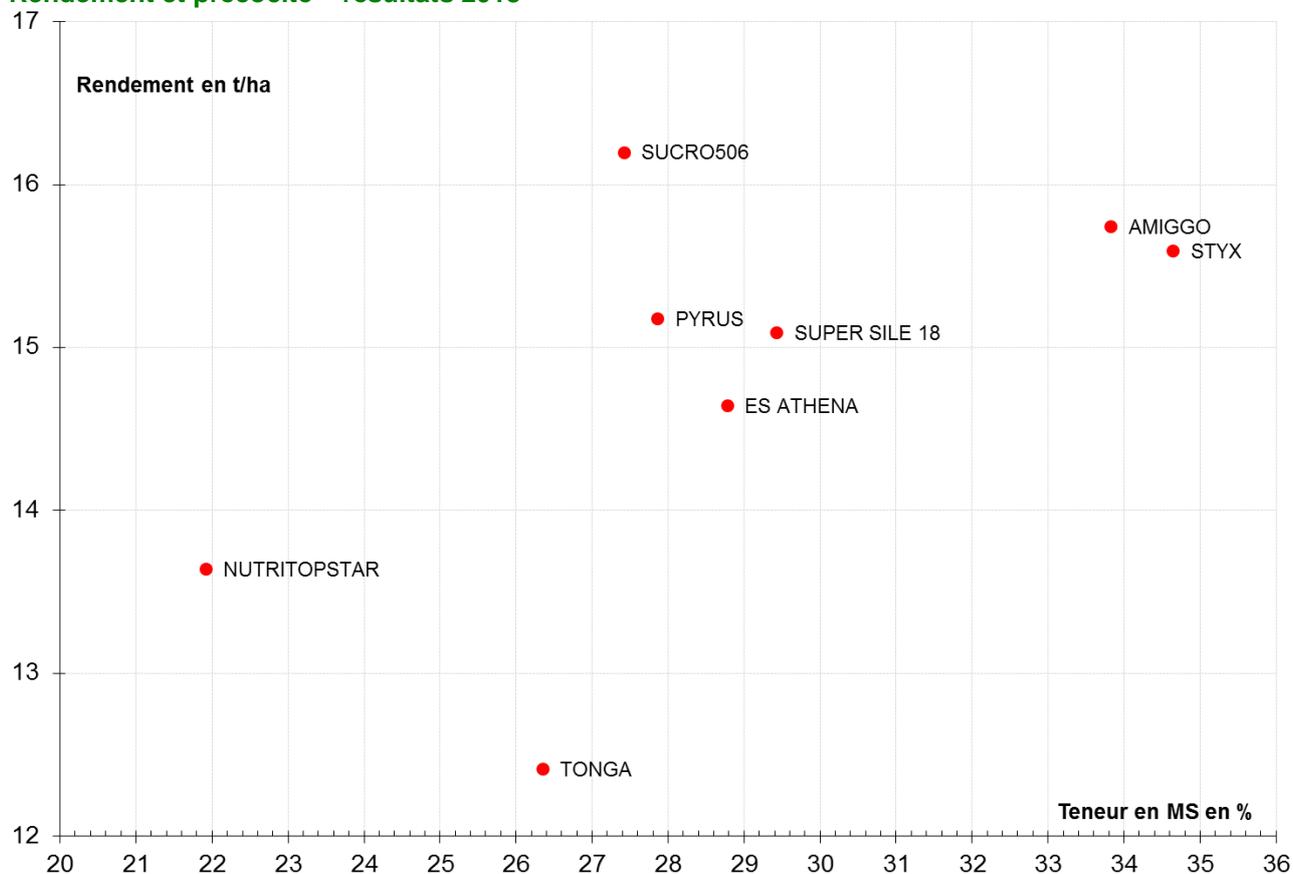
Précocité des variétés

Sorgho Monocoupe Groupe 2

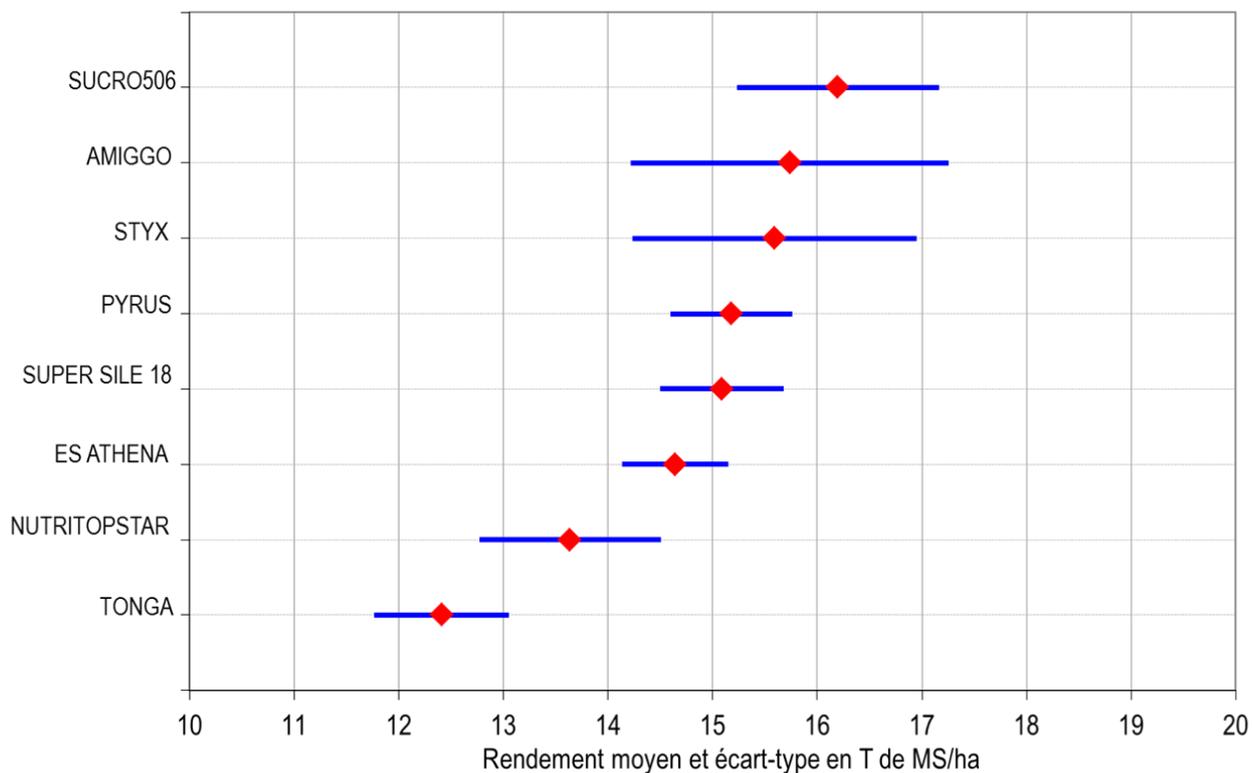
Comparaison de précocité



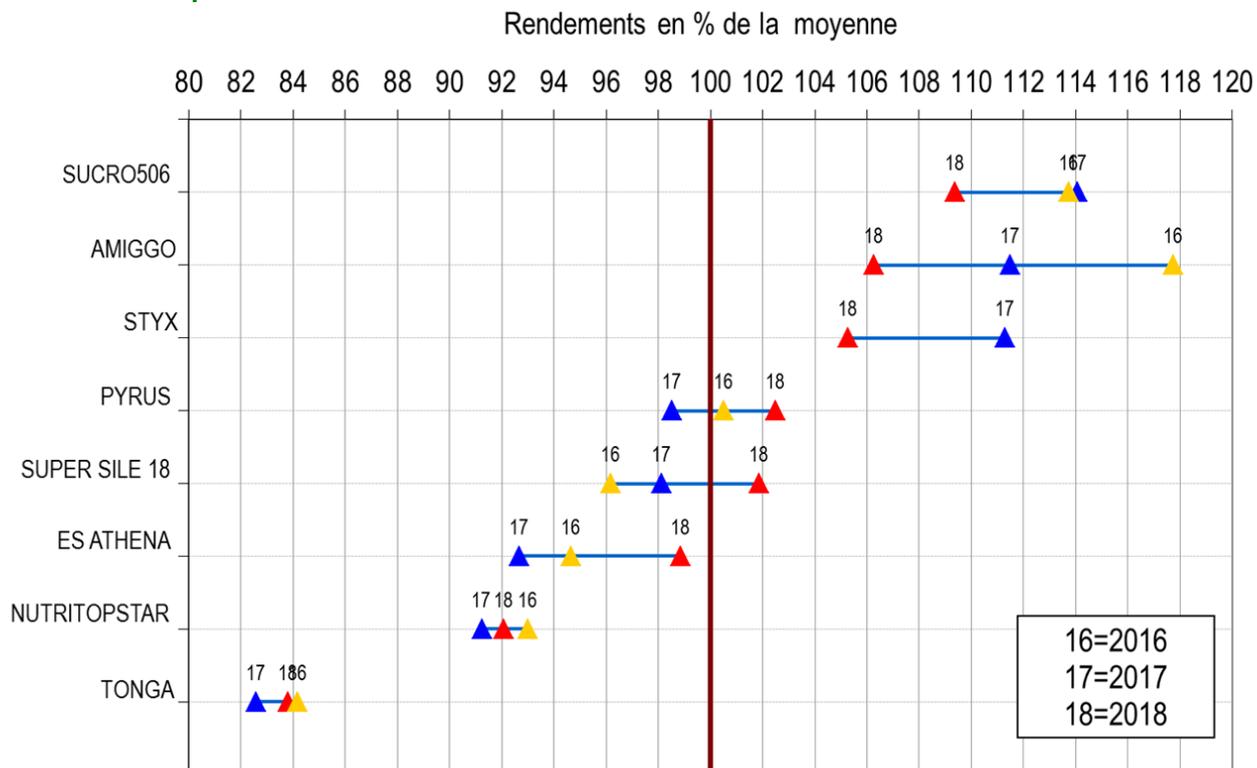
Rendement et précocité – résultats 2018



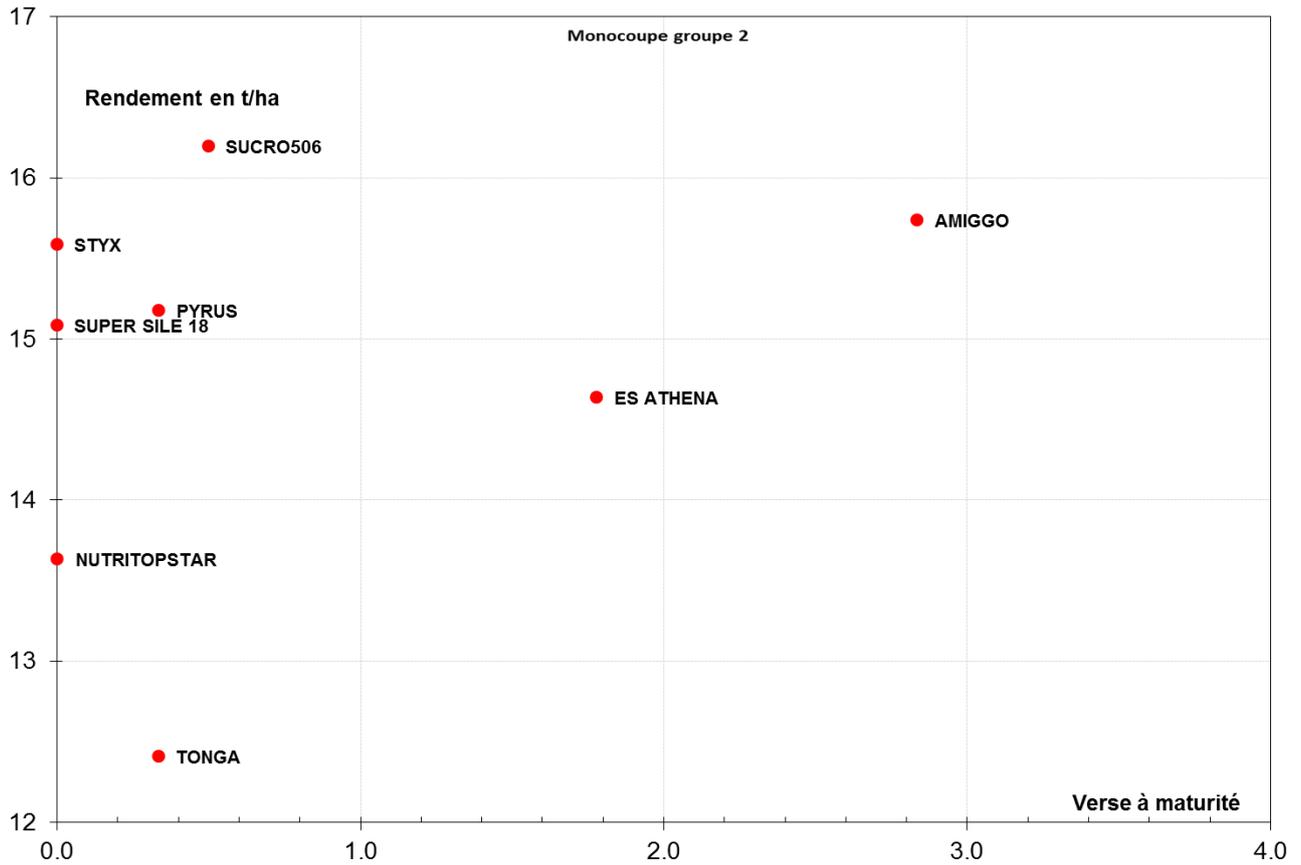
Rendement moyens et écarts types des variétés dans les essais en 2018



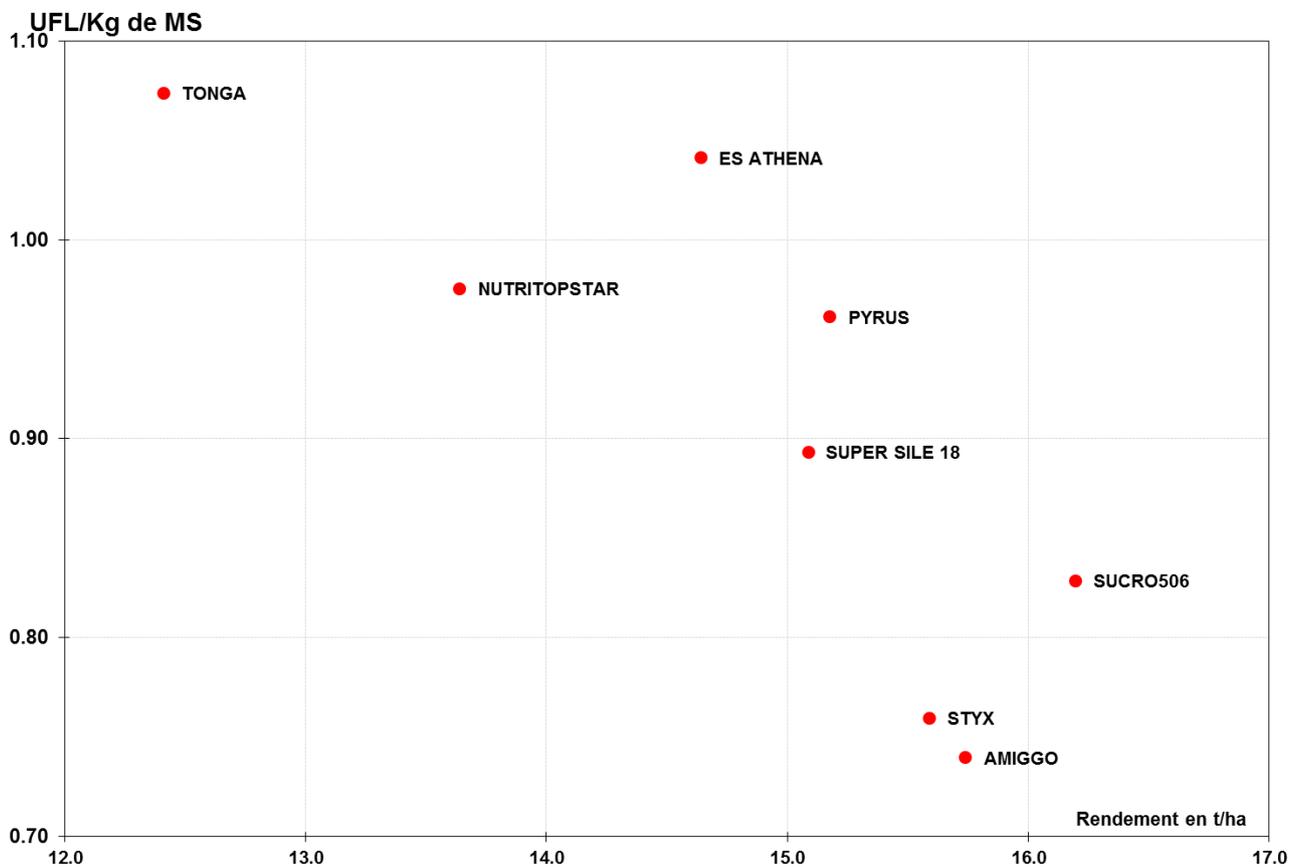
Les rendements pluriannuels



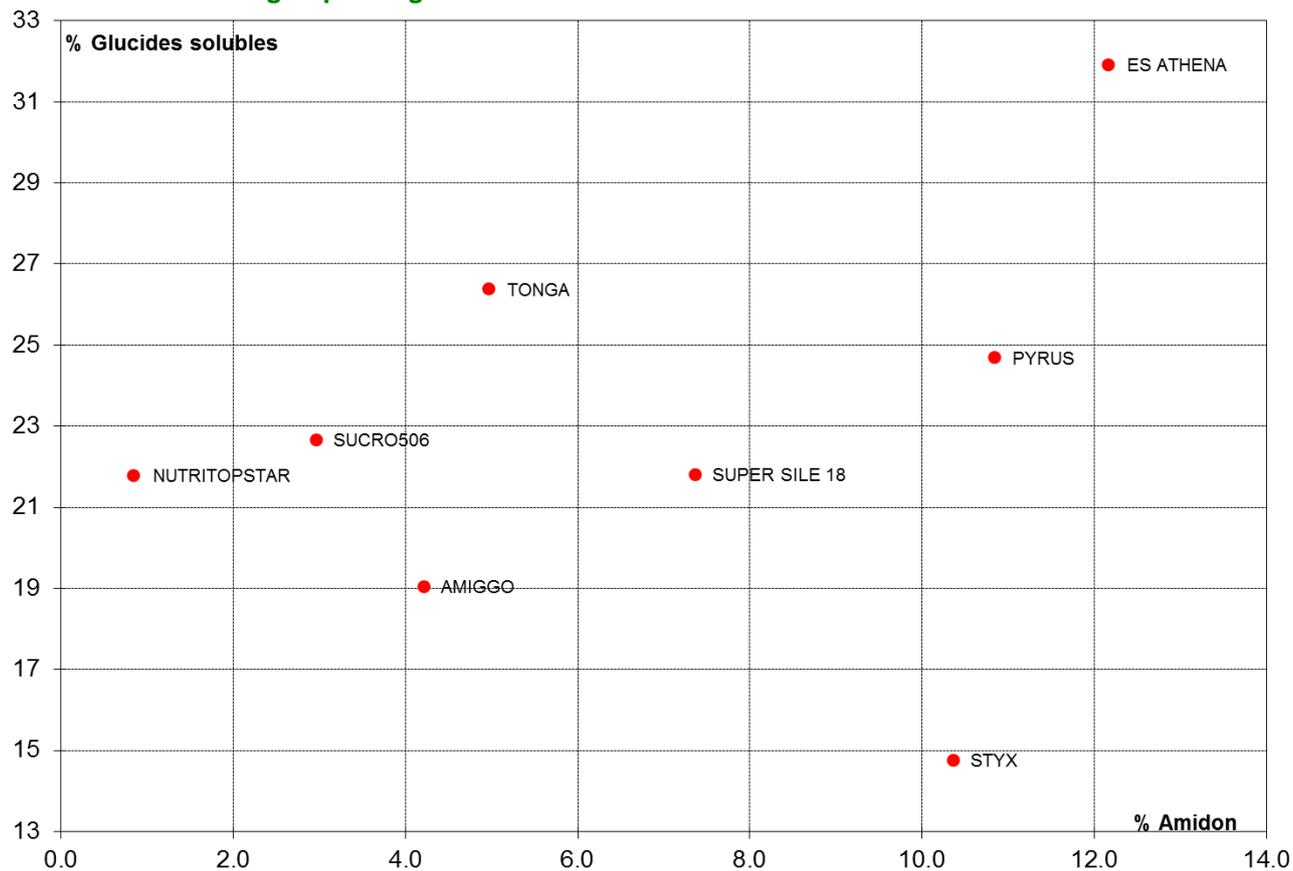
Verse et rendement



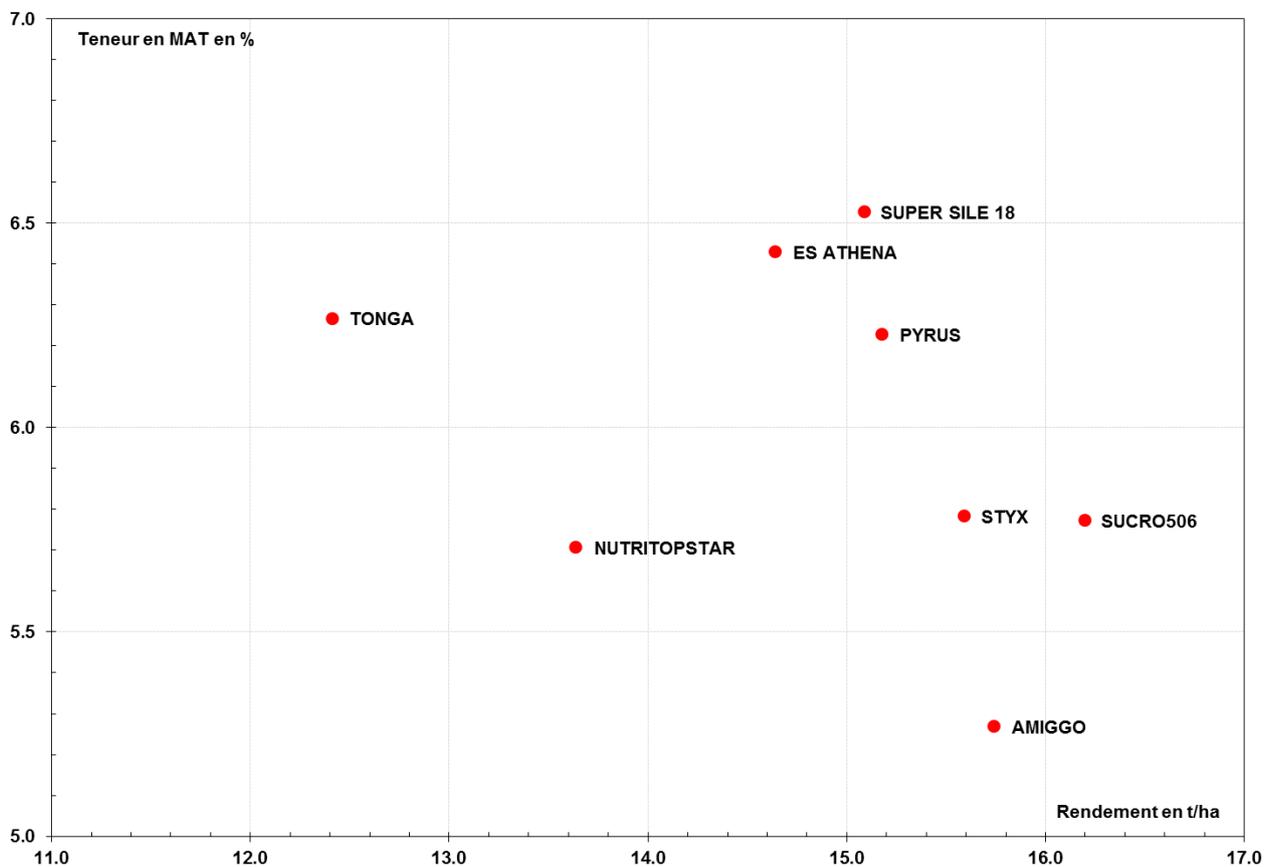
Valeur énergétique et rendement



Profil de valeur énergétique 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 données

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 2011 à 2018,
- des épreuves de VATE (Valeur agronomique, technologique et environnementale) du CTPS des années 2011 à 2017. 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 2011 à 2017. 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 (Rendement, verse, UFL, etc.).

Les caractères 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 varie 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 2018. 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 nombres d'essais valorisés en rendement et les périodes d'expérimentation sont précisés.

Caractères	Expression des résultats	Echelle et sens de lecture
Rendement	En % de la moyenne des variétés expérimentées dans la liste des variétés expérimentées en 2016 dans le groupe de précocité	Un pourcentage élevé correspond à un rendement supérieur à la moyenne des variétés testées en 2018
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 2018 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 2018 dans le groupe de précocité considéré	Un pourcentage élevé correspond à une concentration en UFL supérieure à la moyenne des variétés testées en 2018
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 2018 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 méthodes 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.

Variétés présentées dans les synthèses

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 –UFS depuis 2011 et toujours proposées à la commercialisation, c'est-à-dire figurant sur le dépliant des variétés de sorgho 2018 édité par ARVALIS-Institut du végétal en collaboration avec le GEVES et PROSORGHO.

Josiane LORGEOU Nathalie MANGEL, Christophe BERGEZ, Bruno MARTIN (ARVALIS), Christophe GRIZEAU, Céline GELOT et Valérie UYTTEWAAL (GEVES)

Sorgho fourrager - Réseau Post-Inscription 2018

Variétés monocoupe du groupe 1

VARIETES Sorgho fourrager	Densité levée 1000 / ha	Vigueur 5 = faible, 9 = bonne	Hauteur plante en cm	Date épiaison	Verse végétation 1 = peu versé, 9 = versé à 100%	Verse à maturité 1 = peu versé, 9 = versé à 100%	% MS Plante	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Digestibilité en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)				
								Rdt		E.T.					UFL/Kg de MS	Digestibilité de MS Autrère en % (*)	Teneurs en sucres en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)
								2018	2018	2018	2018							
Monocoupe 1																		
Variétés de référence																		
RGT SWINGG	166.4	7.8	184.3	31/07	-	-	40.8	118.2	99.6	101.6	3.9	0.93	64.6	27.8	7.7	8.1		
VEGGA	143.4	8.2	187.4	03/08	-	-	33.4	94.0	100.2	107.6	3.6	0.97	67.0	27.9	10.1	8.3		
ARIGATO	158.8	6.6	190.0	05/08	-	-	32.3	93.6	93.9	92.3	5.0	1.07	70.0	19.7	15.4	8.4		
SUPER SILE 18	162.9	7.8	199.9	14/08	-	-	29.9	101.6	117.4	112.9	4.9	0.90	59.0	7.2	20.7	6.7		
NUTRIGRAIN	115.4	4.7	157.8	14/08	-	-	27.1	92.6	88.9	85.6	5.4	1.06	67.6	9.3	20.3	8.1		
Référence																		
Moyenne des essais	149.4	7.0	183.9	07/08	di	di	32.7%	100 = 16.35 t/ha	100 = 14.0 t/ha	12.8 t/ha	100 = 12.8 t/ha	0.99	65.6	18.4	14.8	7.9		
Nombre d'essais	3	3	4	4	di	di	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Analyse statistique P.P.E.S.	29.0	1.6	14.7	3.9	di	di	2.1%	42.0%	10.7%	7.4%	7.4%	5.60	3.3	6.0	3.4	0.8		

di : données insuffisantes pour effectuer une synthèse

Origine des essais retenus pour %MS, rendement et valeur alimentaire : ST PIERRE d'AMILLY (17), LA POUZE (49), BERNAC (81), REALVILLE (82)

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

Variétés monocoupe du groupe 2

VARIETES Sorgho fourrager	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	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				UFL/Kg de MS Autrère en % (*)	Digestibilité en amidon en % (*)	Teneurs en sucres solubles en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)				
							Rdt		E.T.						UFL/Kg de MS	Digestibilité de MS Autrère en % (*)	Teneurs en sucres en % (*)	Teneurs en MAT en % (*)
							2018	2018	2018	2018								
Monocoupe 2																		
Variétés de référence																		
SUPER SILE 18	161.3	7.7	289.5	09/08	0.0	29.4	96.2	98.1	101.9	3.9	0.89	58.2	7.4	21.8	6.5			
AMIGGO	160.8	8.2	342.2	05/08	2.8	33.8	117.8	111.5	106.3	9.7	0.74	48.9	4.2	19.0	5.3			
ES ATHENA	137.1	5.9	260.5	02/08	1.8	28.8	94.6	92.7	98.9	3.5	1.04	66.2	12.2	31.9	6.4			
SUCRO 506	157.7	8.4	287.9	08/08	0.5	27.4	113.7	114.1	109.4	6.0	0.83	53.9	3.0	22.7	5.8			
TONGA	135.0	7.3	221.8	10/08	0.3	26.4	84.2	82.6	83.8	5.2	1.07	66.9	5.0	26.4	6.3			
Variétés en 3ème année de Post Inscription																		
NUTRITOP STAR	105.8	6.6	265.1	photopé	0.0	21.9	93.0	91.2	92.1	6.4	0.98	61.8	0.8	21.8	5.7			
Variétés en 1ère année de Post Inscription																		
STYX	149.5	8.2	313.7	02/08	0.0	34.6	-	111.3	105.3	8.7	0.76	51.5	10.4	14.8	5.8			
PYRUS	151.7	7.4	241.5	06/08	0.3	27.9	100.5	98.5	102.5	3.8	0.96	62.1	10.8	24.7	6.2			
Référence																		
Moyenne des essais	144.9	7.5	267.8	06/08	0.7	28.8	100 = 14.4 t/ha	100 = 14.4 t/ha	100 = 14.8 t/ha	100 = 14.8 t/ha	100 = 14.8 t/ha	0.91	58.7	6.7	22.9	6.0		
Nombre d'essais	5	4	6	5	3	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Analyse statistique P.P.E.S.	17.8	0.81	26.62	3.08	1.9	2.13	15.7%	8.2%	7.6%	7.6%	4.8	2.6	4.1	4.5	0.7			

(1) : Variété rappel du groupe fourrage monocoupe 1

Photopé : variété sensible à la photopériode

Origine des essais retenus pour %MS, rendement et valeur alimentaire : ST PIERRE d'AMILLY (17), ST PAUL LES ROMANS (26), MONDONVILLE (31), CLAPIERS (34), BERNAC (81), REALVILLE (82)

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

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 avec 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	

➤ **Plages 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	-

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.

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 2019.

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

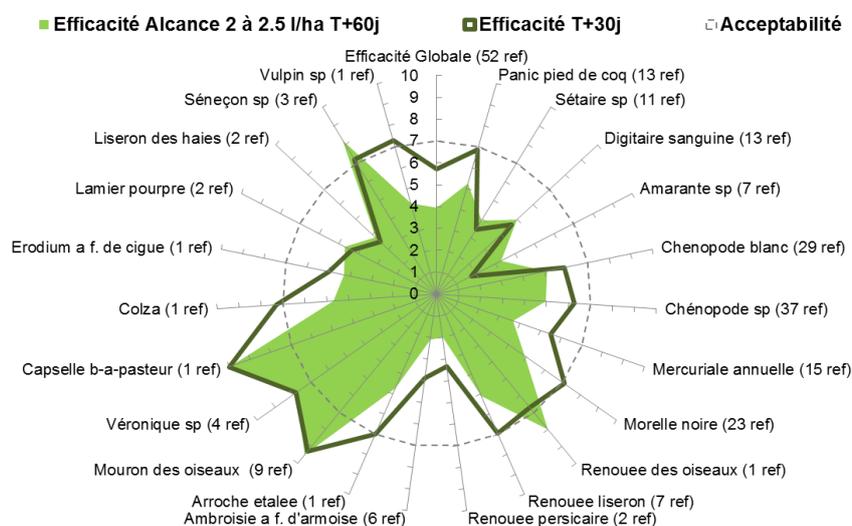
partir de 3 feuilles dans des conditions optimales d'efficacité et notamment sur des graminées non levées ou très jeunes (voir graphiques n°1 et n°2 ci-dessous).

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

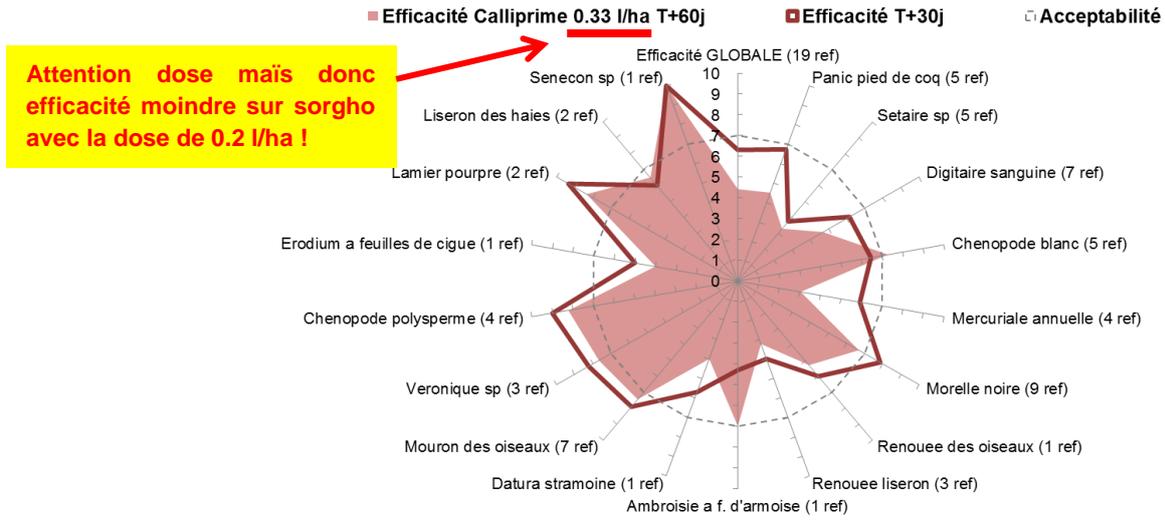
Il est important d'intervenir sur des graminées en cours de levée et ne dépassant pas le stade 2-3 feuilles. Cette application peut être choisie également pour combattre des dicotylédones classiques. Là encore, l'humidité superficielle du sol au moment du traitement et dans les jours qui suivent est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

Graphique n°1 : Efficacité d'Alcance Sync Tec à 30 jours et 60 jours après application de pré-levée.



Graphique n°2 : Efficacité de Calliprime_Xtra à 30 jours et 60 jours après l'application de pré-levée



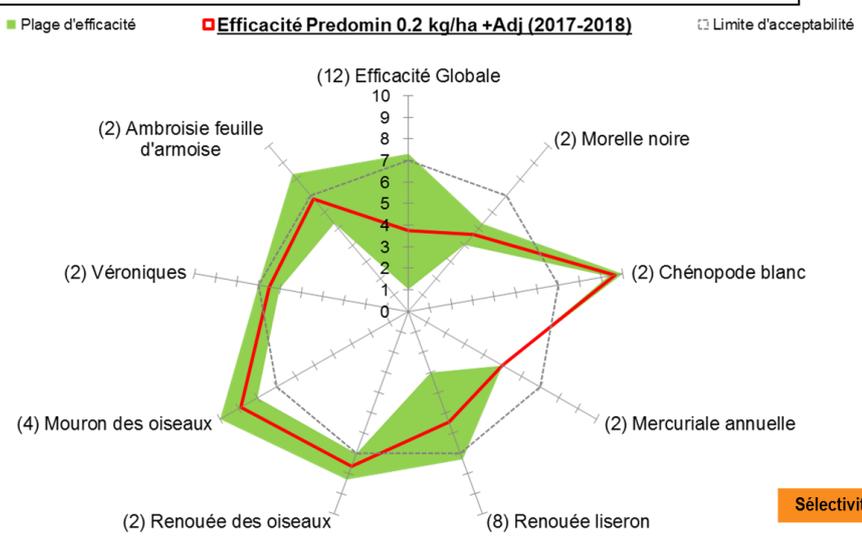
La post-levée au stade 4-8 feuilles du sorgho (T2):

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.

Un nouvel herbicide de post-levée est homologué sur sorgho, il s'agit de Predomin (distribué par BASF France Agro). Avec sa composition c'est un herbicide de rattrapage sur vivaces et certaines adventices difficiles qui nécessite un positionnement adéquat vis-à-vis du stade des vivaces pour exprimer son potentiel d'efficacité face à cette cible (voir graphique n°3).

Nom produit	Composition	Form.	Dose	Stade min	Stade max	DRE	DVP	remarques
Predomin	Dicamba 500 g/kg + tritosulfuron 250 g/kg	WG	0.2 kg/ha	BBCH12	BBCH18	48 h	-	ZNT 5m Non fractionnable S'utilise avec adjuvant

Graphique n°3 : Efficacité de Predomin sur adventices difficiles

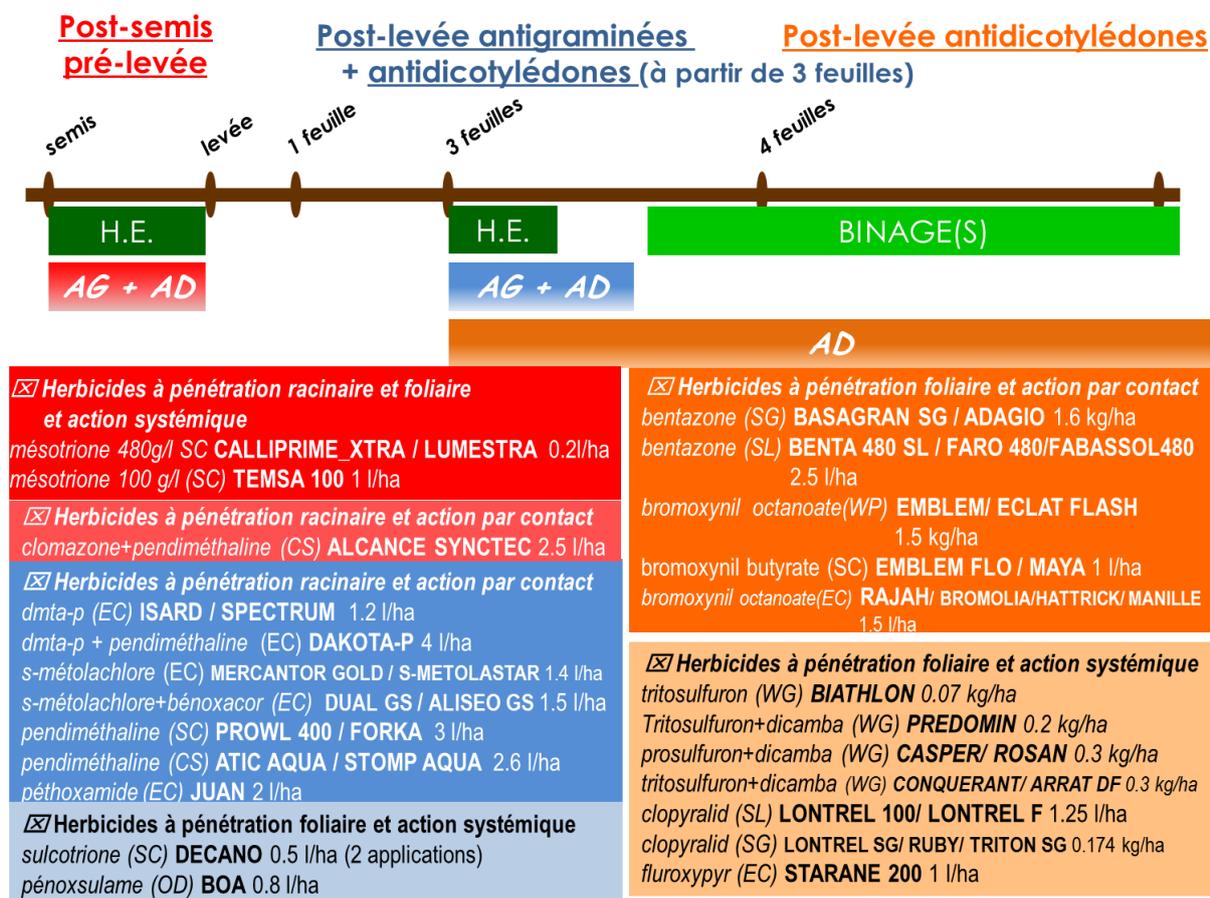


Source : ARVALIS, BDD Phybee

Adventices contrôlées : Renouée des oiseaux
Adventices freinées : Ambroisie, Lamier, Véronique, Liserons

Le désherbage du sorgho : herbicides et positionnement

Pour les restrictions et recommandations des herbicides se reporter au dépliant sorgho lutte contre les adventices, (Nouvelle Edition en mars 2019).



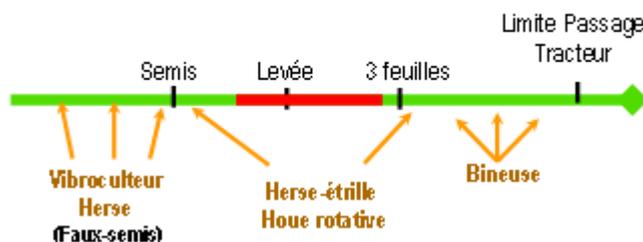
Une culture adaptée au désherbage mécanique

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.

Désherbage mécanique 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).

$$\text{Besoins en azote de la culture} = \text{objectif de rendement} \times \text{besoin unitaire}$$

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 épanchée, 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

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

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).

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.

Préconisations 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 P2O5 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
1 an	1.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0
2 ans ou plus	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.6
K2O						
0	1.2	1.0	1.0	0	0	0
1 an	1.2	1.0	1.0	0	0	0
2 ans ou plus	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	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'efficacité 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 périodes 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 ?

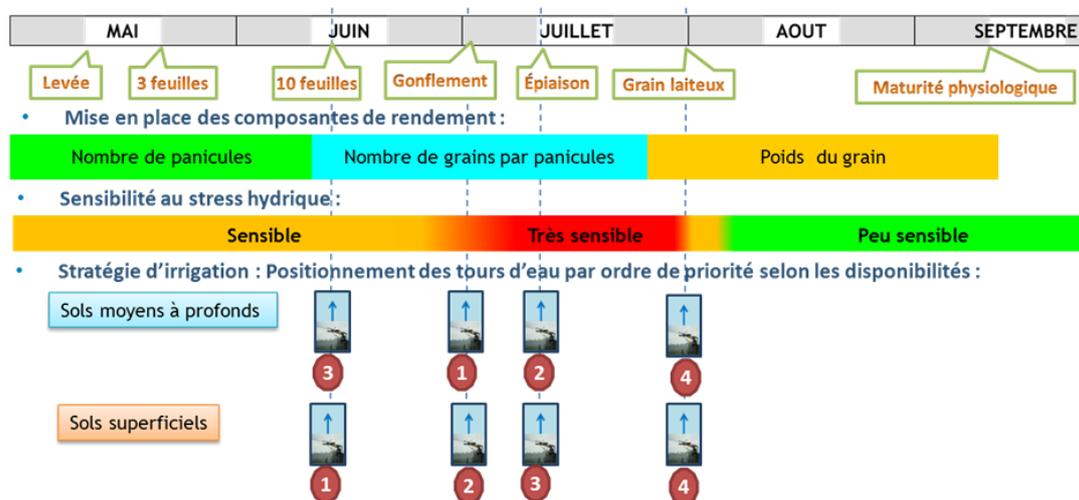
La stratégie d'irrigation sera fonction de la disponibilité de l'eau et du matériel d'irrigation.

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.



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

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 $\frac{\text{pluie}}{4} = \text{jours}$.

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

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 :



Partenaire technique **ACTIA**