

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahlab de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Biotechnologies

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention
Du Diplôme de Master Académique

Spécialité : Agro-Ressources et Impact Environnement
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Thème du mémoire

**ETUDE DE L'EFFET DE LA DATE ET DE LA DENSITE DE SEMIS
SUR LES CARACTERES PHENOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES
DE DEUX VARIETES DE BLE DUR (*Triticum durum* Desf.)
DANS LA REGION DE GUELMA**

Présentée par :

Mlle HAMADOU Doha

Devant le jury composé de :

Mme BENREBIHA F.Z.	Professeur	USDB1	Président du jury
M. BENMOUSSA M.	Professeur	USDB1	Promoteur
Mme BRADEA M.S.	M.C.A.	USDB1	Examineur

Année Universitaire : 2016/2017

Résumé

Deux variétés de blé dur (Cirta et Simeto) ont été semées en quatre niveaux de densités (250, 300, 350 et 400 graines/m²) et à trois époques de semis différentes : deuxième décennie de novembre et de décembre et au début de la première décennie de janvier, au niveau de la station expérimentale de l'ITGC de Guelma. Le cycle de la culture a été plus allongé dans le temps pour le semis précoce, relativement au semis tardif. Des pertes à la levée importantes ont été enregistrées avec les semis tardifs et les fortes densités, elles ont atteint 35 %. L'étude des caractères agronomiques des deux variétés a montré la supériorité de Siméto par rapport à Cirta, mais elle a été plus sensible au retard du semis, où on a noté une perte de l'ordre de 13,22 q/ha de grain récolté en semis de janvier par rapport au semis de novembre.

Mots clé : semis, blé dur, variété, rendement et ses composantes.

ملخص

فترة وكيفية بذر القمح يعتبران عاملان أساسيان حيث إن المردود يبدأ التكوين عند تحصيل الإنبات. تعلقت هذه التجربة بصنفين من القمح الصلب (سيرتا وسيميتو) في المحطة التجريبية للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية بمنطقة قالمة. قمنا بزراعة القمح على أربعة كثافات زرع متباينة (250, 300, 350, 400 بذرة/م²)، ممتدة على ثلاث فترات مختلفة: نوفمبر، ديسمبر وجانفي. توضح نتائج التجربة أن دورة حياة القمح تختلف حسب فترة البذر، فهي أقصر في الزرع المتأخر بالنسبة للزرع المبكر، وذلك بقصر مرحلة الاستطالة. سجلنا خسائر في الإنبات عند الزرع المتأخر والكثافة العالية، لتصل إلى 35%. وأظهرت دراسة الخصائص الزراعية للصنفين تفوق سيميتو على سيرتا، ولكنها كانت أكثر حساسية لتأخر البذر، حيث لوحظ فقدان حوالي 13.22 ق / هكتار في بذر جانفي مقارنة ببذر نوفمبر.

الكلمات المفتاح

البذر، القمح الصلب، الصنف، مكونات المردود، المردود.

Summary

Two varieties (Cirta and Simeto) were sowing in four densities (250, 300, 350 and 400 seeds / m²) and at three different seeding periods: the second dekad of November and December and the beginning of the first dekad of January at the experimental station of the ITGC of Guelma. The crop cycle was more elongated over time for early seeding, relative to late seeding. Losses at emergence were recorded with late planting and high densities, they reached 35%. The study of the agronomic characteristics of the two varieties showed the superiority of Simeto over Cirta, but it was more sensitive to the delay in planting, where there was a loss of about 13.22 q/ha of grain harvested in January sowing compared to November sowing.

Key words: sowing, durum wheat, variety, yield and its components.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je veux adresser mes vifs remerciements à mon promoteur le Professeur BENMOUSSA M. d'avoir accepté mon travail, je tiens à le remercier également pour son appui et sa disponibilité.

Je remercie pareillement :

Madame BENEREBIHA F.Z. qui me fait l'honneur de présider mon jury.

Madame BRADEA M.S. pour avoir accepté de juger mon travail.

Je tiens également à remercier sincèrement le personnel de l'ITGC de Guelma pour l'aide qu'ils m'ont apporté durant cette étude, surtout Souad et Fayçal.

DEDICACES

A mes très chers parents ;

A mes sœurs Amina et Hanane ;

A mon frère Hichem ;

A mes chers neveux Zakaria et Belkiss ;

A toute personne qui m'est chère ;

Je dédie ce modeste travail.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficies, rendements et productions du blé dans le monde (2010-2014)	3
Tableau 2 : Evolution des superficies emblavées en céréales d'hiver et en blé dur en Algérie (2010-2015)	2
Tableau 3 : Evolution de la production et du rendement du blé dur en Algérie (2010-2015)	5
Tableau 4 : Les principales zones de production du blé en Algérie	6
Tableau 5 : Evolution des températures moyennes mensuelles pour la campagne agricole 2016-2017 dans la wilaya de Guelma	18
Tableau 6 : Origine et principales caractéristiques des variétés étudiées	19
Tableau 7 : Période et stade d'apport de la fumure azotée	21
Tableau 8 : Récapitulatif des traitements herbicides	22
Tableau 9 : Récapitulatif des traitements fongicides et insecticides	22
Tableau 10 : Stades phénologiques des variétés en fonction des dates de semis	25

Listes des figures

Figure 1 : Part de la production du Blé par région (moyenne 2010-2014)	3
Figure 2 : Les dix principaux producteurs du blé dans le monde (moyenne 2010-2014)	4
Figure 3 : Répartition mensuelle de la pluviométrie de la campagne 2016-2017	19
Figure 4 : Durée des différentes phases phénologiques à partir de la levée du blé des trois essais	26
Figure 5 : Effet de la date et de la densité de semis sur le peuplement/m ² des deux variétés étudiées	27
Figure 6 : Effet de la densité de semis sur le nombre de plants par m ²	28
Figure 7 : Evolution des pertes à la levée en fonction des densités et dates de semis	29
Figure 8 : Effet de la date et de la densité de semis sur le nombre d'épis/m ² des deux variétés étudiées	30
Figure 9 : Effet de la densité de semis sur le nombre d'épis/m ² selon les dates de semis	31
Figure 10 : Effet de la variété sur le nombre d'épis par m ² sur les trois dates de semis	31
Figure 11 : Effet de la date et de la densité de semi sur le nombre de grains/épi des deux variétés étudiées	32
Figure 12 : Effet de la densité de semis sur le nombre de grain/épi sur les trois dates de semis	33
Figure 13 : Effet de la variété sur le nombre de grain/épi sur les trois dates de semis	34
Figure 14 : Effet de la date et de la densité de semis sur le PMG des deux variétés étudiées	35

Figure 15 : Effet de la densité de semis sur le poids de mille grains sur les trois dates de semis	36
Figure 16 : Effet de la variété sur le poids de mille grains sur les trois dates de semis	36
Figure 17 : Effet de la date et de la densité de semis sur le rendement estimé des deux variétés étudiées	37
Figure 18 : Effet de la densité de semis sur le rendement estimé sur les trois dates de semis	38
Figure 19 : Effet de la variété sur le rendement en grain estimé sur les trois dates de semis	39
Figure 20 : Effet de la date et de la densité de semis sur le rendement récolté des deux variétés étudiées	40
Figure 21 : Effet de la densité de semis sur le rendement réel selon les trois dates de semis	41
Figure 22 : Effet de la variété sur le rendement réel selon les trois dates de semis	42

Abréviations utilisées

FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FAOSTAT	Statistiques de L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
MADRP	Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche
ITGC	Institut Technique des Grandes Cultures
ONM	Office Nationale de la Météorologie
PMG	Poids de Mille Grains
D1	Essai du semis de la date 1 : 15 novembre 2016
D2	Essai du semis de la date 2 : 13 décembre 2016
D3	Essai du semis de la date 3 : 5 janvier 2017
V1	Variété 1 : Cirta
V2	Variété 2 : Siméto
d1	Densité de semis : 250 graines/m ²
d2	Densité de semis : 300 graines/m ²
d3	Densité de semis : 350 graines/m ²
d4	Densité de semis : 400 graines/m ²

Sommaire

Introduction.....	1
Partie I : Synthèse bibliographique.....	4
Chapitre 1 : Importance économique du blé dur et caractéristiques générales	4
1.1 Le blé dans le monde.....	4
1.3 Le blé en Algérie	5
1.2 Les principales zones de production du blé en Algérie	6
1.4 Historique et origine	7
1.5 Classification botanique du blé dur.....	8
1.5 Caractéristiques botaniques.....	8
1.5.1 Description morphologique.....	8
1.5.1.1 L'appareil végétatif	8
1.5.1.2 L'appareil reproducteur	9
1.5.2 Le cycle de développement et élaboration du rendement	10
1.6 Exigences du blé	13
1.6.1 Le climat.....	13
1.6.2 Exigence en vernalisation	14
1.6.3 Sol.....	14
Chapitre II : Date de semis	15
2.1 Semis précoce et tardif.....	15
2.2 Date de semis et choix variétal	15
2.3 Effet de la date de semis sur le rendement	16
2.4 Effet de la date de semis sur la densité.....	16
2.5 Effet de la date de semis sur les adventices	16
2.6 Effet de la date de semis sur les maladies	17
2.7 Effet de la date de semis sur les ravageurs	17

Partie II : Matériel et méthodes.....	19
2.1 Objectif de l'essai.....	19
2.2 Localisation de l'essai	19
2.3. Caractéristiques climatiques de la campagne d'étude	19
2.3.1 Températures.....	19
2.3.2 Précipitations.....	20
2.4. Protocole expérimental.....	21
2.4.1 Matériel végétal	21
2.4.2 Dispositif expérimental	22
2.5. Conduite des essais	23
2.5.1 Itinéraire technique.....	23
2.6 Méthodes d'étude.....	25
2.6.1 Détermination des différents stades phénologiques.....	25
2.6.2 Paramètres mesurés	25
2.6.2.1 Peuplement levés par m ²	25
2.6.2.2 Les composantes de rendement et le rendement	25
2.7 Méthode d'analyse des résultats.....	26
Partie III : Résultats et Discussion.....	27
3.1 Effet de la période de semis sur le cycle de développement du blé	28
3.2. Etude des variables liées à la culture.....	30
3.2.1 Nombre de plant par mètre carré	30
3.2.2 Nombre d'épis par mètre carré.....	32
3.2.3 Nombre de grains par épi.....	34
3.2.4 Poids de milles grains	37
3.2.5 Rendement estimé	40
3.2.6 Rendement réel.....	42

Conclusion.....	46
Références bibliographiques.....	48
Les Annexes.....	Erreur ! Signet non défini.

Introduction

Le blé est cultivé largement dans le monde sous des conditions climatiques diverses et a été la denrée alimentaire de base pour les plupart des civilisations en Europe, Asie et Afrique du Nord pendant 8 000 ans. Les céréales constituent de loin la ressource alimentaire la plus importante au monde à la fois pour la consommation humaine et pour l'alimentation pour le bétail. Le secteur des céréales est d'une importance cruciale pour les disponibilités alimentaires mondiales.

La céréaliculture est une culture très importante dans la structure de la production agricole algérienne. En effet, chaque année les céréales occupent environ 3,08 millions d'hectares sur les 8,4 millions d'hectares de la surface agricole utile (SAU). Elles participent pour 11% au PIB (produit intérieur brut) et constitue la ration de base de la population algérienne. Ainsi, elle contribue pour 60 % à l'apport calorifique et de 75 à 80 % à l'apport protéique. En effet, la consommation par habitant ne cesse d'augmenter et est estimée à 231 Kg/habitant/an, la moyenne mondiale est de 100 kg par an. Cette tendance est due au modèle de consommation, et à la croissance démographique. La culture des céréales contribue également par une grande part à l'alimentation du cheptel ovin et bovin (Hamou et *al.*, 2009).

Mais, sa production demeure largement plus faible pour satisfaire les besoins exprimés. Ce déséquilibre intègre notre pays parmi les plus grands importateurs de ce produit.

Les faibles productions s'expliquent principalement par les faibles rendements enregistrés pendant les différentes campagnes. Ces rendements s'avèrent non représentatifs des potentialités qu'offre l'espace agricole Algérien. La production de blé dur, comme le reste des cultures céréalières est limitée par des stress abiotiques et biotiques qui représentent de réelles contraintes affectent les rendements (Turki et *al.*, 2014).

En conditions Algériennes, les stress de nature abiotique sont les principaux facteurs limitant l'amélioration des rendements de la culture du blé.

Pour contrer ces aléas, un raisonnement doit se faire avant chaque implantation de la culture en ce qui concerne l'époque de semis et les densités appropriées, sachant

que la densité de semis est une des composantes essentielles du rendement et la date de semis est un facteur qui a un effet direct sur les rendements obtenus. Les semis précoces permettent d'atteindre des niveaux de rendement supérieurs à ceux des semis tardifs, car un semis tardif, un manque d'eau pendant le tallage réduit les épis futurs et il en affecte le nombre de grains pendant la floraison-remplissage (Hioun et *al.*, 2002).

En fonction de ces caractéristiques, chaque espèce et chaque variété de céréales devra être semée à une période optimale dans chaque région pour lui permettre de respecter son cycle de développement, d'exprimer ses potentialités de rendement et de limiter les effets du climats en cours de végétation (Soltner, 2005).

En Algérie, quelle que soit la région, la dose de semis du blé se limite en général à 120 kg/ha (Djennadi-Aït Abdallah, 2006) et ce sont les conditions climatiques qui entravent le déroulement normal de la mise en place des céréales en retardant les semis (Yallaoui-Yaïci et *al.*, 2013).

L'objectif de la présente étude est d'évaluer le comportement d'une culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.), mise en place en trois époques de semis et à quatre densités de semis différentes dans les conditions pédoclimatiques de la région de Guelma. Les variétés choisies sont Simeto et Cirta, qui sont dans le programme de multiplication de semences de la région. La variété Simeto est une variété d'origine italienne introduite en Algérie, elle est localement connue sous le nom de Sersou. La variété Cirta a été obtenue par ITGC d'El Khroub et produite dans la zone.

Partie I

Synthèse bibliographique

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Importance économique du blé dur et caractéristiques générales

1.1 Le blé dans le monde

En 2016, la production mondiale du blé a été de 735.6 millions de tonnes (FAO, 2016). Selon les estimations de la FAO, le niveau de la production des céréales devrait rester élevé en 2017 tout en restant inférieur au niveau record de 2016. Sur la période allant de 2010 à 2014, la production mondiale a passé de 641.9 millions de tonnes à 729 millions de tonnes en 2017, soit un taux de 13,57 % (Tableau 1).

Tableau 1 : Superficies, rendements et productions du blé dans le monde (2010-2014)

	2010	2011	2012	2013	2014
Superficie (ha)	215 950 877	220 415 913	219 136 503	218 693 004	220 417 745
Rendement (q)	29,72	31,64	30,70	32,51	33,07
Production (t)	641 909 115	697 498 974	672 738 866	710 957 970	729 012 175

Source : FAOSTAT, 2017.

L'Asie contribue avec 45 % dans la production mondiale, tandis que l'Afrique que de 3 % (figure 1). En effet les plus grands producteurs du blé sont : La chine et l'Inde suivis par les USA et la Russie (figure 2).

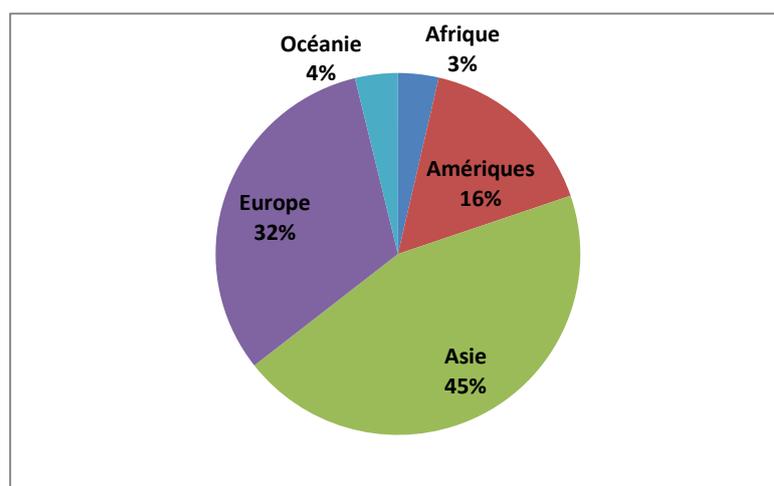


Figure 1 : Part de la production du Blé par région (moyenne 2010-2014)

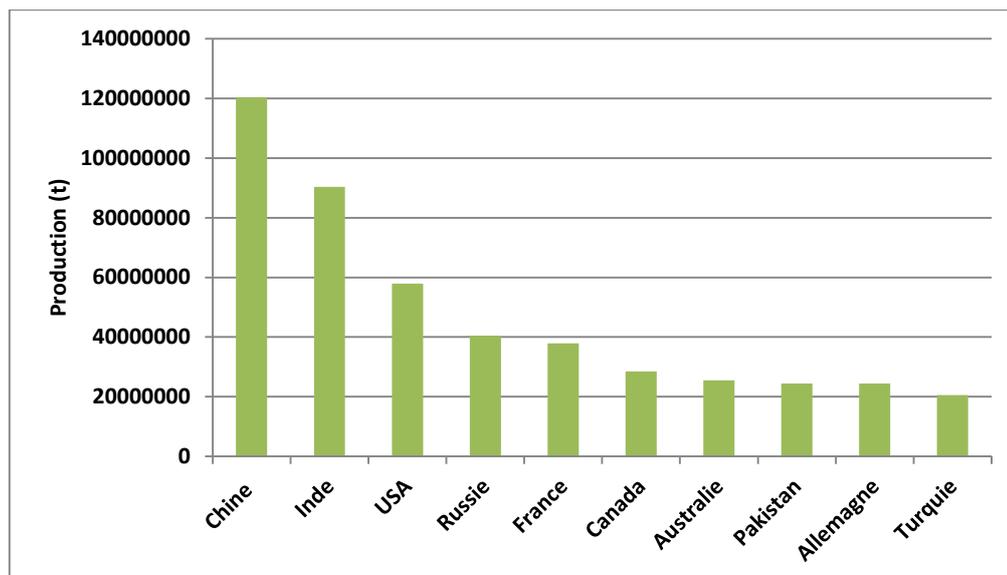


Figure 2 : Les dix principaux producteurs du blé dans le monde (moyenne 2010-2014)

1.3 Le blé en Algérie

Les céréales d'hivers, en partie le blé dur, demeurent l'aliment de base des régimes alimentaires et revêtent une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale, de ce fait, elles occupent une place privilégiée dans l'agriculture algérienne (Boulal et *al.*, 2007). L'Algérie est la 5^{ème} dans le classement mondial de consommation des céréales (Djermoun, 2009).

Les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de 06 millions d'hectares. Chaque année 03 à 3,5 millions d'hectares sont emblavés. Le reste étant laissé en jachère c'est à-dire non cultivé (MADRP, 2015).

La superficie réservée au blé dur est en moyenne de 1 434 388,31 ha sur la période 2010-2015, soit un taux de 42,43 % de la superficie des céréales d'hiver (MADRP, 2015).

Tableau 2 : Evolution des superficies emblavées en céréales d'hiver et en blé dur en Algérie (2010-2015)

Année	Céréales d'hiver (ha)	Blé dur (ha)
2010	3 327 326	1 339 392
2011	3 333 278	1 399 003
2012	3 389 774	1 451 119
2013	3 459 936	1 447 902
2014	3 384 136	1 465 216
2015	3 388 438,94	1 503 697,83

Source : MADRP, 2015.

La production du blé dur en Algérie est caractérisée par des alternances dans le temps durant la période de 2010-2015 avec une moyenne de 20 567 013 quintaux (tableau 4).

Ces alternances peuvent être d'ordre climatique et rapporté le plus souvent au déficit hydrique qui représente le stress le plus sévère auquel la culture de blé dur fait face dans les conditions de productions des zones arides et semi-arides (Chennafi et *al.*, 2006), ou d'ordre technique justifié par la faible maîtrise de la conduite technique de la culture du blé.

Tableau 3 : Evolution de la production et du rendement du blé dur en Algérie (2010-2015)

Année	Production (q)	Rendement (q/ha)
2010	18 089 739,00	15,31
2011	19 274 740,00	15,67
2012	24 071 180,00	17,93
2013	23 323 694,00	19,76
2014	18 443 334,00	15,60
2015	20 199 389,73	15,37

Source : MADRP, 2015.

Malgré les efforts consentis, les rendements restent très bas. Ils sont en moyenne de l'ordre de 16,6 q/ha (tableau 4). Leur faible niveau est souvent expliqué par l'influence des mauvaises conditions pédoclimatiques ; cependant, à ces conditions, nous pouvons associer entre autres, une faible maîtrise des techniques culturales (Chabi et *al.*, 1992).

1.2 Les principales zones de production du blé en Algérie

Le blé est cultivé à travers l'ensemble des zones agro-écologiques de l'Algérie, mais il est essentiellement localisé dans les régions semi-arides et même arides et donc, soumis aux aléas climatiques qui pénalisent fortement les niveaux de productivité et par la même occasion la production (Boulal et *al.*, 2007).

Les principales zones de production sont montrées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Les principales zones de production du blé en Algérie.

Les zones	La pluviométrie (mm)	Caractéristiques	Wilayas comprises
Semi-aride (plaines telliennes)	350-500	Pluviométrie à distribution irrégulière	Constantine, Bouira, Médéa, Tlemcen, Mila, Souk Ahras, Ain Defla, Chlef, Ain témouchent et autres.
Sub-aride (hauts plateaux)	200-350	Système à prédominance agropastorale et des altitudes supérieures à 1000 m	Tissemsilt, Tiaret, Sétif, Saida, Oum el Bouaghi, Bordj Bou Arréridj
Humide et sub-humide (littoral et sub- littoral)	> 600	Pluviométrie relativement bien distribuée	Tipaza, Skikda, Guelma, el Taref, Bejaia, Tizi ousou, Annaba
Le sud	Très faible	Périmètre irrigué : 10 000 ha Cultures oasiennes : 35 000 ha	Wilayas du sud

Source : (Boulal et al., 2007)

1.4 Historique et origine

Plusieurs recherches archéologiques ont confirmé que les origines du blé se situent dans les zones du croissant fertile (Boulal et al., 2007).

Le blé dur a été domestiqué au proche orient à partir d'une graminée sauvage (*Triticum Turgidum ssp. Dicoccoïdes*) qui a ensuite, progressivement, évolué vers *Triticum Turgidum ssp. Dicoccum*, puis vers *Triticum durum* (blé dur cultivé). Les premières cultures apparaissent au VII millénaire avant J-C en Mésopotamie et dans les vallées du tigre et de l'Euphrate dans la région du croissant fertile (Bonjean et Picard, 1990), région située entre les actuels Irak et Syrie (Lafargue 2017).

Le blé dur est un tétraploïde (2n=28).

Les blés tétraploïdes résultent d'un croisement naturel entre deux espèces de blé diploïdes. Les chromosomes des deux espèces diploïdes se sont combinés dans un processus appelé l'amphidiploïdie. Une espèce diploïde ayant le génome AA produit par un croisement avec une espèce diploïde ayant le génome BB, un hybride diploïde ayant le génome AB, qui serait stérile. Dans des rares cas, les

chromosomes se dédoublent spontanément pour produire l'hybride tétraploïde AA BB qui est fertile (Cook et *al.*, 1991).

1.5 Classification botanique du blé dur

Selon la classification de Tela Botanica (2016) le blé dur (*Triticum turgidum* subsp. durum (Desf.) Husn.), est classé comme suit :

Cladus	Spermatophytes
Cladus	Angiospermes
Cladus	Monocotyledones
Cladus	Commelinidees
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Genre	Triticum
Espèce	<i>Triticum turgidum</i>
Sous-Espèce	<i>Triticum turgidum</i> subsp. Durum

Source : Tela Botanica, 2017.

1.5 Caractéristiques botaniques

1.5.1 Description morphologique

1.5.1.1 L'appareil végétatif

a. Le système racinaire

Le blé dur a un système racinaire fasciculé assez développé (Soltner, 2012). Percival (1921) cité par Baldy (1973), a décrit le système racinaire du blé qui peut être résumé comme suit : L'embryon possède 5 à 7 racines : une radicule qui perce la première la coléorhize, bientôt suivie par une première paire de radicule latérale, puis par une seconde paire, située dans le même plan et immédiatement au-dessus et, enfin, parfois, une sixième placée dans un plan perpendiculaire au précédent. Une troisième paire de racine apparaît. Outre ce système primaire (racines séminales, embryonnaires, radicules ou radicules selon les auteurs), se développe plus tardivement un système secondaire (racine adventive, de tallage, coronales ou

nodales) à partir des nœuds de l'axe principal et de ses ramifications. Les talles successives développent également et d'une façon indépendante des systèmes de racines adventives par paires.

b. Le système aérien

La tige est cylindrique, dont les entre-nœuds s'allongent à la montaison, porte des feuilles engainantes à nervures parallèles, issues chacune d'un nœud. (Soltner, 2012). La tige principale est appelée « le maître brin », les tiges secondaires, qui sont les talles, prennent naissance à la base de la tige : plateau de tallage (Gate, 1995). Les feuilles sont alternes ou distiques (disposées sur deux rangs le long de la tige). Elles sont à nervures parallèles et comprennent deux parties : une inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant « la gaine » et l'autre supérieure « le limbe » (Belaid, 1996). A la jonction du limbe et de la gaine, on peut trouver une petite membrane non vasculaire, la ligule. De chaque côté de celle-ci, à la base du limbe se trouvent deux stipules, les oreillettes.

1.5.1.2 L'appareil reproducteur

L'inflorescence est un épi, composé d'épillets, qui sont l'unité morphologique de base (Soltner, 2012). Les épillets sont fixés sur le rachis ou axe de l'épi. Chaque épillet est composé de 1 à 5 fleurs enveloppées chacune par deux glumelles. Le groupe de fleur est inclus entre deux bractées ou glumes, les fleurs sont attachées sur le rachillet. Chaque fleur comporte en général 3 étamines et un ovaire.

Le blé est une plante autogame ou à autofécondation (le pollen d'une fleur pollinise l'ovaire de la même fleur), de ce fait la conservation de la pureté variétale est parfaite d'une génération à l'autre. Il existe un pourcentage faible (< 3%) de pollinisation croisée (Cook et *al.*, 1991).

Le grain est de section ovale, c'est le caryopse, il est dépourvu d'enveloppe.

Le grain est constitué de trois parties :

a. Les enveloppes du fruit

Qui représentent 14 à 15 % du poids du grain. Elles sont constituées de l'extérieur vers l'intérieur par :

- Le péricarpe, enveloppe du fruit ;

- Le tégument de la graine ;
- L'assise protéique qui représente 60 % du poids des enveloppes.

b. Le germe

Il représente 2,5 à 3 % du grain et comprend :

- Le cotylédon ou scutellum, séparé de l'amande par une assise diastatique destinée à la digestion future de l'albumen au profit de la plantule ;
- La plantule, avec sa gemmule recouverte d'un étui, le coléoptile, sa tigelle courte, et sa radicule, recouverte d'un étui, la coléorhize.

Le germe est très riche en matières grasses, matières azotées et vitamines A, E et B (Soltner, 2012).

c. L'albumen ou amande

Il représente 83 à 85 % du poids du grain, est composé de 70% d'amidon et de 7% de gluten. Chez le blé dur l'albumen est corné et vitreux, un peu comme celui du riz. L'albumen joue un rôle essentiel dans la composition de la semence ; il sert de réserve et ne sera complètement utilisé qu'au moment de la germination (Guergah, 1997).

1.5.2 Le cycle de développement et élaboration du rendement

Dans le cycle annuel de développement, une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser en deux périodes la vie du blé :

- La période végétative ;
- La période reproductrice.

D'autres auteurs considèrent la phase de maturation comme une troisième période.

a. La période végétative

Elle s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi. Durant cette période la plante ne différencie que des feuilles et des racines. (Soltner, 2012).

Germination – levée

La germination correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de croissance de l'embryon. Peu de jours après le semis, en conditions favorables, on

assiste à l'émergence de la première racine (radicule) et de la gemmule entourée du coléoptile. (Gate et *al.*, 2003).

Les différentes phases de la germination sont :

- Imbibition de la graine (caryopse) ;
- Emergence de la radicule ;
- Emergence du coléoptile.

Pendant cette phase, les jeunes plantes sont sensibles au manque d'eau qui provoque une diminution de nombre (Karou et *al.*, 1998).

La levée se caractérise par : l'élongation du coléoptile, qui amène la première feuille à la surface du sol, et la croissance de la première feuille qui d'abord perce le sol puis se développe et s'étale jusqu'au stade première feuille développée (Gate et *al.*, 2003).

Cette période correspond à la mise en place du nombre de pieds/m².

Tallage

La première caractéristique de cette période est le développement et la croissance de tiges latérales : les talles (Gate et *al.*, 2003). Le début de la phase tallage se fait à partir de l'apparition de la 4^{ème} feuille. Les premières talles émises (les talles primaires) prennent naissance à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles de la tige principale (le maître brin). D'autres talles se développent à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires, ce sont les talles secondaires.

Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-noeuds (Gate, 1995).

La période du tallage est sensible au gel. Les excès d'eau peuvent limiter le tallage en pénalisant l'alimentation des plantes et en ralentissant la croissance par asphyxie racinaire. Aussi, un semis trop profond peut inhiber la formation des talles.

b. La période reproductrice

Dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (Soltner, 2012). C'est la formation et la naissance de l'épi. Le début de cette phase est marqué par une différenciation de l'ébauche d'épillet sur l'apex. Ce stade marque la fin de la période

végétative et l'acheminement vers la fonction de reproduction (Bouffenaar et *al.*, 2006).

Montaison – gonflement

Les tiges formées vont monter à épis, sauf les moins développées qui régressent (Gate et *al.*, 2003). Cette période se manifeste, à partir du stade épi à 1 cm, par l'élongation du premier entre-nœud. Il faut souligner que le stade épi 1 cm est sans doute le repère agronomique le plus important à cerner. Ce stade est atteint lorsque le sommet de l'épi est distant de 1 cm en moyenne du plateau de tallage sur le maître brin.

Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (stade gonflement).

La période montaison-gonflement est essentiellement sensible aux variations de températures et aux températures extrêmes. A des températures inférieures à -4°C et -5°C le blé devient très sensible au stade épi 1cm. Au stade méiose les températures $< +4^{\circ}\text{C}$ ou $> 30^{\circ}\text{C}$ peuvent pénaliser la fertilité du pollen. Aussi, la sécheresse et les fortes températures peuvent en début montaison accentuer la régression des talles et plus tard handicaper la formation des fleurs.

Au cours de la montaison que le nombre d'épis s'élabore.

Epiaison- floraison

Le stade épiaison débute par l'apparition de l'épi, hors de la gaine de la feuille drapeau. Les épis dégainés fleurissent généralement entre 4 à 8 jours après l'épiaison (Bahlouli et *al.*, 2005). Selon Abbassenne et *al.*, (1998), les basses températures au cours de cette phase réduisent fortement la fertilité des épis.

Le nombre de sites des grains par épi se détermine au stade épiaison.

Remplissage du grain

Cette période correspond à la réalisation de la dernière composante du rendement : le poids de 1000 grains.

Après la floraison, débute la phase de remplissage du grain au cours de laquelle le feuillage débute sa sénescence. L'azote et les sucres des feuilles, qui sénescent, sont remobilisés vers le grain (Barbottin et *al.*, 2005). L'évolution du poids du grain se

fait en trois étapes : la première est une phase de multiplication des cellules du jeune grain encore vert, dont la teneur en eau est élevée. Cette phase est suivie par la phase de remplissage actif du grain avec les assimilats provenant de la photosynthèse de la feuille étendard et du transfert des hydrates de carbone stockés dans le col de l'épi (Belkherchouch et *al.*, 2009). Une brusque élévation des températures ou une rupture en alimentation hydrique au cours de cette période ralentissent la vitesse de migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain: il y a échaudage (Gate et *al.*, 2003). Sur le plan qualitatif, les fortes températures cumulées suivies d'un abaissement (en dessous de 15°C) peuvent provoquer germination sur pied des grains. Même des pluies fréquentes après la maturité physiologique peuvent engendrer une dégradation de la qualité du grain. Aussi certains facteurs culturels peuvent pénaliser le remplissage du grain, tel que : la non maîtrise des maladies et de la verse.

Cette phase se termine une fois le contenu du grain atteint son maximum, le grain se dessèche progressivement, pour murir.

1.6 Exigences du blé

1.6.1 Le climat

a. Température

La température est l'un des facteurs importants pour la croissance et l'activité végétative (Belaid, 1986). Selon Soltner (2012), une température supérieure à 0°C (zéro de végétation du blé) est nécessaire pour la germination. Entz et Fowler (1988), admettent que le blé est moins sensible à la température durant sa phase végétative par rapport à sa phase reproductrice. Le blé requiert une certaine somme de température pour la réalisation des différentes phases physiologiques sommant un total de 2300°C (Gate, 1995), réparties ainsi :

Phase	Sommes des températures (°C)
Semis-levée	150
Levée-fin tallage	500
Montaison-floraison	850
Floraison-maturité	850

b. Eau

L'eau est un facteur limitant de la croissance du blé. La quantité d'eau influe sur la l'élaboration de la matière sèche (Soltner, 2012). Et selon Boyeldieu (1981), pour produire 1 kg de matière sèche il faut 500 à 550 kg d'eau. C'est à partir de la phase épi 1 cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La FAO estime qu'une céréale a besoin d'une pluviométrie moyenne de 40 à 90 mm pour la phase végétative, 60 à 90 mm pour la floraison et 55 à 80 mm pour la maturation.

c. Éclairement

Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du fin-tallage et initiation à la montaison, selon les variétés elle est de 12 à 14 heures (Soltner, 2012). Le blé d'hiver est une plante à jours longs, sa floraison est favorisée par l'allongement du jour. Dans les conditions du Maghreb, à partir du mois de mars lorsque les jours deviennent longs, les plantes émettent leurs épis (Boulal et *al.*, 2007).

1.6.2 Exigence en vernalisation

La vernalisation, processus mal connu, correspond à un séjour à de basses températures préalable et nécessaire à l'acquisition du développement floral. Ce processus peut s'effectuer à partir du stade germination de la semence. Il se déroule le plus vite quand la température moyenne journalière est comprise entre 3 et 11°C. Au-delà de ces bornes, la vernalisation se réalise moins rapidement et n'a pas lieu quand elle devient <-4°C ou > 17°C. (Gate et *al.*, 2003). Il est à noter que la majorité des variétés de blé cultivée au Maghreb sont de type printemps, leurs besoins en vernalisations sont donc nuls (Boulal et *al.*, 2007)

1.6.3 Sol

Les blés durs, sont sensibles au calcaire et à la salinité, un pH de 6,5 à 7,5 est indiqué car il favorise l'assimilation de l'azote, (Soltner, 2005).

Du point de vue caractéristique physique, le blé exige un sol bien drainant, aéré et profond. Selon El Mourid et *al.*, 1992, le rendement en grain du blé est pénalisé en sol peu profond.

Chapitre II : Date de semis

2.1 Semis précoce et tardif

La date de semis est déterminante pour la réussite de la levée de la plante et aussi pour l'évolution de la culture pendant tout son cycle (Boulal et *al.*, 2007). Elle doit être raisonnée pour chaque zone.

Un semis précoce a comme objectif d'allonger le cycle végétatif en contribuant à l'augmentation du volume de la plante, l'extension du système racinaire et comme résultat final l'augmentation du rendement (Dotchev et Belaid, 1988). Cependant, selon Mergoum et Macpherson (2004), les semis trop précoces présentent deux majeurs inconvénients : les rendements sont faibles par rapport à la date optimale et la culture est plus sensible aux maladies et aux insectes qui se propagent et réduisent la productivité.

Les semis tardifs, provoquent des retards de la levée, il se peut que l'hiver survienne avant que le blé n'atteigne le stade tallage, une moins bonne résistance au froid est alors à craindre, à cet inconvénient s'ajoute la réduction de la période du développement végétatif (Bodson et *al.*, 2010).

2.2 Date de semis et choix variétal

Les caractéristiques variétales n'interviennent que dans la date du semis (Bousquet, 2003). Chaque variété a une période de semis optimale qui lui permet d'éviter ou de limiter les risques climatiques (gel à épi 1 cm ou courant montaison, excès thermiques ou stress hydriques à la méiose ou pendant la montaison...). Cette période dépend du rythme de développement de la variété (précocité à montaison et à maturité) et du climat de la région (Bouas et *al.*, 2013). Une variété tardive en avançant sa date de semis permettra d'éviter les stress de fin de cycle. Et une variété précoce doit être semée tard qu'une variété tardive.

2.2.1 Précocité au stade épi 1 cm

Ce critère aide à déterminer la date de semis la plus précoce qui permettra à la plante d'arriver au stade « épi 1 cm » en esquivant le gel d'épis est, sachant que les dégâts peuvent apparaître à partir d'une température de -4°C sous abri (Anonyme, 2010)

2.2.2 La précocité à maturité

Cette caractéristique variétale va permettre de déterminer la date de semis à ne pas dépasser pour que la variété arrive à maturité avant la période où le nombre de jours avec des températures maxi dépassant 25°C sous abri devienne trop important (Anonyme, 2010).

2.3 Effet de la date de semis sur le rendement

La date de semis est un facteur important dans l'obtention des hauts rendements. Selon Ontario (2010), après la date de semis optimale des céréales, la perte de rendement est de 0,7 q/ha/jour de retard. D'après les essais d'Arvalis, 2 quintaux de blé en décalage entre un semis de début et fin octobre et 10 q entre début et fin novembre (Anonyme, 2012).

Des études réalisées par l'ITGC durant la campagne 2009-2010 ont montré que les meilleurs rendements sont enregistrés par le semis précoce (Anonyme, 2011). Selon Chennafi (2010), le semis précoce du blé produit plus de grains et des pertes de rendement estimés à 39,5 % et 68,7 % sont observés pour les semis réalisés à la mi-décembre et à la mi-janvier.

2.4 Effet de la date de semis sur la densité

La densité de semis se raisonne en fonction de la date de semis, du type du sol, de l'objectif peuplement à la sortie optimal à atteindre et de la région, où il est préférable de semer plus dense dans les régions froides en hiver.

2.5 Effet de la date de semis sur les adventices

Le décalage de la période de semis est un levier agronomique efficace pour limiter la pression des adventices (Leveillard, 2014). Selon Leveillard (2014) et Bonnin (2015), le retard de la date de semis a un effet bien connu sur les graminées (vulepin, brome et ray grass), et un retard de 15 jours permet de limiter les levées des adventices cette technique est plus efficace lorsqu'elle est couplée à un faux-semis (Pelce et De Forneld, 2015).

D'après Bonnin (2015), le décalage de la date de semis perturbe la levée des dicotylédones et avec une diminution allant jusqu'à 70 % des infestations. Pour les

céréales d'hiver et notamment le blé, le retard de la date de semis permet d'esquiver la période préférentielles de levée des graminées automnales (Anonyme, 2012).

2.6 Effet de la date de semis sur les maladies

Les maladies fongiques ont une grande influence sur la baisse des rendements. La date de semis est l'une des techniques agronomiques de lutte contre ces maladies en diminuant leur infestation. Selon Chevalier-Gerard et *al.*, (1994), le semis précoce augmente la gravité du piétin-verse et dans une moindre mesure les maladies du feuillage. De même, l'échaudage et la septoriose sont favorisés par les semis précoces (Anonyme, 2012). tandis que les semis tardifs sont moins touchés par la septortiose mais ils sont parfois plus affectés par la rouille brune (Seutin et *al.*, 2011). Le décalage de la date de semis est un levier important pour diminuer l'impact des maladies, en particuliers dans les successions culturales très céréalières (Anonyme, 2012).

2.7 Effet de la date de semis sur les ravageurs

La date de semis a un impact sur les communautés d'ennemis naturels (Etilé, 2013). Selon Rush et Sarthou (2013), la date de semis est un moyen pour diminuer la gravité des ravageurs.

La date de semis peut aider à éviter certaines infestations d'insectes ce qui va réduire la nécessité de lutte chimique, par exemple pour le maïs le semis précoce affecte les vers noirs tandis que les semis tardifs affectent les taupins et le vers profonds (Hirshi et *al.*, 1993).

Partie II

Matériel et méthodes

Partie II : Matériel et méthodes

2.1 Objectif de l'essai

L'expérimentation consiste en une étude de l'effet de la période et de la densité de semis (trois époques différentes et quatre densités de semis) sur le comportement de deux génotypes qui sont dans le programme de multiplication de semences dans la région de Guelma.

2.2 Localisation de l'essai

L'essai a été réalisé au niveau de la station expérimentale régionale de l'ITGC à Guelma, située à une altitude de 245 m, latitude 36°27' Nord et une longitude 7°27' Est.

2.3. Caractéristiques climatiques de la campagne d'étude

Afin de décrire les conditions climatiques qui ont prévalu au cours de la campagne agricole de 2016-2017 au niveau du site de l'expérimentation, nous avons utilisé les données ONM mensuelles. Ces données ont été comparées aux données normales ONM également de la région.

2.3.1 Températures

D'après Ramade (1984), la température est l'un des éléments importants du climat, elle représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces faunistiques et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. Les températures optimales pour la culture de blé permettant un rendement maximum sont comprises entre 15 et 20 °C (DuPont et Altenbach, 2003).

La campagne 2016-2017 au niveau du site de l'expérimentation a enregistré des températures proches de la normale mensuelle. Le mois de janvier a été le plus froid avec une température moyenne de 8,6 °C soit une légère baisse de 1 °C par rapport

à la normale mensuelle. Le pic de température a été enregistré au mois de juin avec une température moyenne de 26°C soit une hausse de 2,4° C par rapport à la normale (Tableau 5).

Tableau 5 : Evolution des températures moyennes mensuelles pour la campagne agricole 2016-2017 dans la wilaya de Guelma

Température (°C)	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
T° Moyenne (2016-2017)	23,1	21	15,1	12,4	8,6	11,9	13,5	15,3	21,1	26
T° normale	23,9	19,8	14,4	10,9	9,6	10	12,2	14,3	20	23,6

Source : ONM.

2.3.2 Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale car sa répartition annuelle ou son rythme est plus important que sa valeur volumique absolue (Ramade, 1984).

Le cumul pluviométrique enregistré durant la campagne agricole 2016-2017 s'élève à 352 mm. En comparant à la moyenne normale ONM de la région de Guelma, il s'avère que bila pluviométrique a été déficitaire, avec un important déficit de 224 mm soit 38,88 %.

La saison automnale a été déficitaire avec un cumul saisonnier de 103 mm soit un déficit de 33,97 % par rapport aux normales de saison. 42 mm de pluie ont été enregistré durant le mois d'octobre et 51 mm durant le mois de novembre.

La saison hivernale a été déficitaire. Ayant reçu que 193 mm de pluie avec un déficit pluviométrique de l'ordre de 19,24 % par rapport à la normale saisonnière. Durant le mois de décembre on n'a reçu que 27 mm de pluie soit un déficit de 68,6 %. Le mois de janvier a connu un excédent pluviométrique de 30 mm soit un gain de 34 % par rapport à la normale mensuelle.

La saison printanière a été sèche avec un cumul pluviométrique seulement de 28 mm soit un déficit de 83 % par rapport à la normale saisonnière. Le mois de mars était sec avec une absence totale de pluies. Les mois d'avril et mai ont reçu 23 et 5 mm respectivement. Le mois de juin a enregistré 28 mm de pluie soit un gain de 42,9 % par rapport à la normale mensuelle.

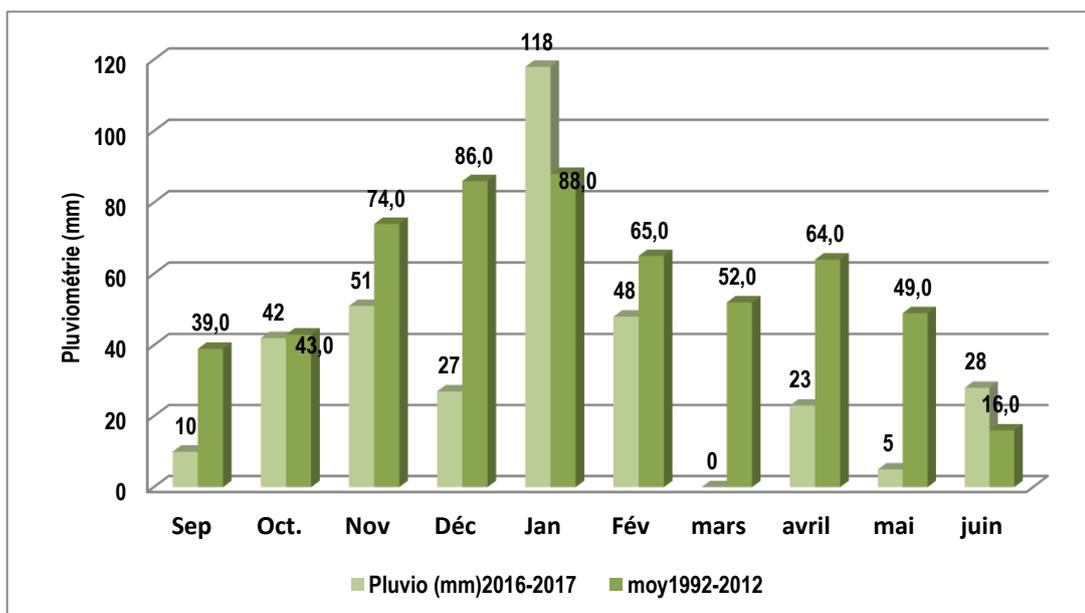


Figure 3: Répartition mensuelle de la pluviométrie de la campagne 2016-2017

2.4. Protocole expérimental

2.4.1 Matériel végétal

Le matériel végétal est composé de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Il s'agit de Cirta et Simeto. Les deux variétés sont à cycle semis-précoce.

Tableau 6 : Origine et principales caractéristiques des variétés étudiées.

Variété	Simeto	Cirta
Dénomination locale	Sersou	Cirta
Obtenteur	Institut expérimental de la céréaliculture-Italie	ITGC (Ferme de démonstration et de production de semence d'El-Khroub)
Pedigree	Capeiti x Valvona	Hedba/GDO VZ 619
Origine	Italie	Algérie
Demandeur	ITGC	ITGC
Type de variété	Lignée pure	Lignée pure
Zone d'adaptation	Littoral, sublittoral et plaines intérieures	Littoral et plaines intérieures
Resistance aux maladies	Rouille jaune : tolérante Rouille brune : moyennement tolérante Oïdium : moyennement tolérante Septoriose : moyennement tolérante Fusariose : résistante	Rouille jaune : modérément tolérante Rouille brune : moyennement tolérante Oïdium : modérément résistante Septoriose : moyennement résistante Fusariose : tolérante

Source : Boufenar-Zaghouane et Zaghouane (2006)

La faculté germinative des deux variétés utilisées est élevée, elle est de l'ordre de 95 %. Le PMG de la variété Simeto est de 47 g et celui de Cirta est de 51 g.

2.4.2 Dispositif expérimental

Il s'agit de trois essais, chaque essai correspond à une date de semis. Les facteurs étudiés sont en nombre de 2, la variété et la densité de semis.

Les dates de semis étudiées :

- D1 : 15 novembre 2016.
- D2 : 13 décembre 2016.
- D3 : 05 janvier 2017.

Le facteur variété comprend deux niveaux :

- V1 : Cirta.
- V2 : Simeto.

Le facteur densité de semis comprend quatre niveaux :

- d1 : 250 graines/m².
- d2 : 300 graines /m².
- d3 : 350 graines/m².
- d4 : 400 graines/m².

Dispositif expérimental : factoriel à deux facteurs (bloc aléatoire complet à deux facteurs) à 4 répétitions.

Chaque bloc comporte 8 parcelles élémentaires qui correspondent chacune à une variété et une densité de semis.

Dimensions de la parcelle élémentaire : 1,2 m X 10 m = 12 m².

Dimensions de la parcelle de l'essai : (1,2 m X 10 m X 8 traitements X 4 répétitions) = 384 m² X 3 dates = 1 152 m².

On a laissé des espaces de 1 m entre les blocs et de 3 m entre les dates de semis.

2.5. Conduite des essais

2.5.1 Itinéraire technique

2.5.1.1 Précédent cultural

Le précédent cultural est une jachère.

2.5.1.2 Travail du sol et préparation du lit de semence

Un labour de 30 cm a été effectué en début octobre, après les premières pluies d'automne, avec une charrue à trisocs, suivi de façon superficielles avec un cultivateur et Cover crop au cours de la première semaine de novembre et un hersage avec une herse courant la première semaine de décembre.

2.5.1.3 Fumure de fond

L'épandage d'engrais phosphaté (MAP, 12-52-0), a été réalisé à raison de 177 kg/ha pour les trois essais, juste avant les semis.

2.5.1.4 Semis

Le semis a été réalisé à l'aide d'un semoir expérimental en ligne. Les écartements entre lignes sont de l'ordre de 20 cm.

2.5.1.5 Fertilisation azotée

L'apport de l'engrais azoté a été fractionné en deux fractions :

1/3 de la dose au semis et 2/3 de la dose au stade épi 1 cm, à raison de 200 kg/ha d'Urée 46%. Le 1^{er} apport était de l'ordre de 66,6 kg/ha et le deuxième apport de 133,3 kg/ha.

Les dates et stades d'apport sont consignés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Période et stade d'apport de la fumure azotée.

Essai	1 ^{er} apport	2 ^{ème} apport
Date 1	15/11/2016	05/02/2017
Date 2	13/12/2016	27/02/2017
Date 3	05/01/2017	09/03/2017

2.5.1.6 Protection phytosanitaire

a. Contrôle des mauvaises herbes

Le désherbage a été réalisé précocement, au stade jeune de la céréale. On a utilisé un herbicide à double action pour les deux premiers essais et un herbicide anti-graminées associé à un autre anti-dicotylédones pour l'essai de la troisième date.

Le détail des applications est présenté dans le tableau 8.

Tableau 8 : Récapitulatif des traitements herbicides.

Essai	Stade de la culture	Date d'application	Nom commercial	Matière active	Déprédateurs	Dose utilisée
Date 1	Mi-tallage	28/12/2016	Cossack OD	Iodosulfuron-Methyl-Sodium+Mesosulfuron-Methyl+Mefenpyr-Diethyl	Dicotylédones et graminées annuelles	1 l/ha
Date 2	Mi-tallage	05/02/2017				
Date 3	Mi-tallage	01/03/2017	Rapid 750 DF	Tribinuron-Methyl	Adventices dicotylédones	15 g/ha
		01/03/2017	Brumby 80 EC	Clodinafop-Propargyl+Cloquintocet-Mexyl	Adventices graminées	900 ml/ha

b. Contrôle des maladies fongiques et ravageurs

Un traitement fongicide et insecticide ont été appliqués pour contrer les maladies et ravageurs susceptibles de nuire à la culture. Les conditions climatiques de l'année n'ont pas été très favorables à une apparition importante de maladies et d'insectes.

Le détail des applications est présenté dans le tableau 9.

Tableau 9 : Récapitulatif des traitements fongicides et insecticides

Essai	Type de traitement	Nom commercial	Matière active	Dose d'application	Date d'application
Date 1	Fongicide	Talendo	Proquinazid	200 ml/ha	15/03/2017
Date 2					15/03/2017
Date 3					15/03/2017
Date 1	Insecticide	Decis 25 EC	Deltaméthrine	0,5 l/ha	10/04/2017
Date 2					10/04/2017
Date 3					10/04/2017

2.5.1.7 La récolte

La récolte du grain a été effectuée le 17 juillet 2017 avec une moissonneuse batteuse expérimentale.

2.6 Méthodes d'étude

2.6.1 Détermination des différents stades phénologiques

Le suivi de la culture durant tout le cycle de développement nous a permis de déterminer les différents stades phénologiques du blé.

Les dates de différents stades ont été notées lorsque 50 % des caractères considérés sont atteints.

2.6.2 Paramètres mesurés

2.6.2.1 Peuplement levés par m²

La densité de peuplement a été déterminée pour chaque parcelle élémentaire sur une surface de 1 m². On a effectué un seul dénombrement pour chaque parcelle.

2.6.2.2 Les composantes de rendement et le rendement

a. Nombre d'épis par m²

Le dénombrement a été effectué sur 1 m² de surface de chaque parcelle après la floraison.

b. Nombre de grain par épis

C'est un élément essentiel du rendement, il nous permet de préciser la fertilité de l'épi. Nous avons procédé au comptage des grains à partir des épis prélevés auparavant.

c. Poids de mille grains

Après récolte et nettoyage, mille grains sont comptés par un compteur automatique au laboratoire puis pesés avec une balance de précision, et ceci pour chaque parcelle élémentaire.

d. Rendement en grain

1. Rendement théorique

C'est le rendement potentiel de la variété dans les conditions de l'année, il ne prend pas en compte les pertes pouvant avoir lieu de la maturation à la récolte.

Pour le calculer, la formule suivante a été utilisée :

$$R = (\text{Nombre d'épis/m}^2) \times (\text{Nombre de grain/épis}) \times (\text{PMG}) \times 10^{-4}$$

2. Rendement en grain réel

Après la récolte, les grains récupérés sont nettoyés ensuite pesés, on aura ainsi la quantité récoltée en Kg/12 m². Cette quantité est rapportée à l'hectare.

2.7 Méthode d'analyse des résultats

Pour percevoir une différence significative entre les variétés et les densités de semis pour les différents caractères agronomiques mesurés, nous avons réalisé une analyse statistique de variance à deux facteurs, avec le logiciel STAT BOX 6.40.

La signification des résultats a été obtenue à partir des probabilités.

- $P > 0,05$, la différence entre les traitements est non significative.
- $0,05 \geq P < 0,01$, la différence entre les traitements est significative.
- $0,01 \geq P < 0,001$, la différence entre les traitements est hautement significative.
- $P < 0,001$ la différence entre les traitements est très hautement significative.

Le test de Benferoni (P.p.d.s à 5 %, la plus petite différence significative) a été utilisé pour comparer les moyennes.

Partie III

Résultats et Discussion

Partie III : Résultats et Discussion

3.1 Effet de la période de semis sur le cycle de développement du blé

Les dates de réalisation des principaux stades sont consignées sur le tableau 10.

Tableau 10 : Stades phénologiques des variétés en fonction des dates de semis

La variété	Le semis	La levée	Tallage	Epiaison	Floraison	Maturité
V1: Cirta	15/11/2016	24/11/2016	22/01/2017	26/03/2017	30/03/2017	07/05/2017
V2: Simeto		24/11/2016	22/01/2017	19/03/2017	26/03/2017	07/05/2017
V1: Cirta	13/12/2016	25/12/2016	12/02/2017	05/04/2017	13/04/2017	21/05/2017
V2: Simeto		25/12/2016	12/02/2017	26/03/2017	03/04/2017	14/05/2017
V1: Cirta	05/01/2017	22/01/2017	02/03/2017	13/04/2017	16/04/2017	16/05/2017
V2: Simeto		22/01/2017	02/03/2017	05/04/2017	10/04/2017	14/05/2017

La durée du cycle végétatif de la culture du blé dur, de la levée à la maturité, est différente pour les trois semis. La date de semis a eu un effet sur l'allongement du cycle. On a un cycle de 165 jours avec l'essai de la 1^{ère} date, et ce pour les deux variétés, 141 et 148 jours respectivement pour Simeto et Cirta avec l'essai de la 2^{ème} date de semis ; et 113 et 115 jours avec le semis tardif de janvier.

Le cycle a été raccourci de 52 jours pour Simeto et 50 jours pour Cirta avec le semis tardif par rapport au semis précoce de novembre (1^{ère} date). Selon Decaud et *al.*, (1985) la durée du cycle décroît avec le semis tardif.

L'élaboration des différentes phases du cycle du blé semé précocement (essai de la 1^{ère} date) au mois de novembre était plus allongée dans le temps, le tallage s'est effectué en deux mois après la levée pour les deux variétés.

L'élaboration des différentes phases du cycle du blé semé précocement (essai de la 1^{ère} date) au mois de novembre était plus allongée dans le temps, le tallage s'est effectué en 60 jours après la levée pour les deux variétés (figure 4).

La différence entre les deux variétés s'est remarquée à partir l'épiaison où Simeto devance Cirta de 7 à 10 jours selon la période de semis. On peut dire que quelle que soit la date de semis la variété Simeto est plus précoce relativement à la variété Cirta.

La période levée-épiation, pour la variété Siméto, a été raccourcie de 21 jours au semis de décembre et 41 jours au semis de janvier. Cette même période a été amputée de 24 jours et 42 jours, respectivement dans les semis de décembre et novembre, pour la variété Cirta.

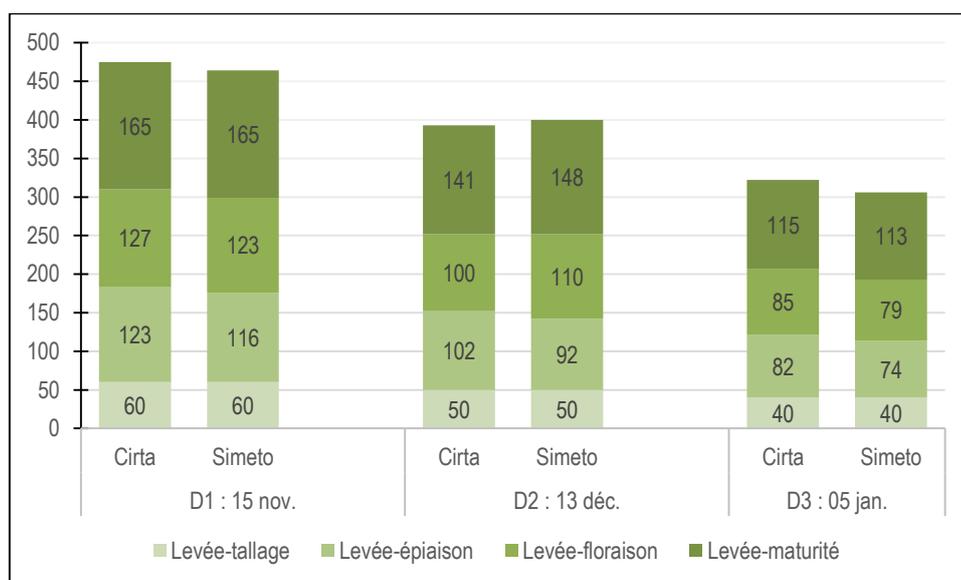


Figure 4 : Durée des différentes phases phénologiques à partir de la levée du blé des trois essais

3.2. Etude des variables liées à la culture

3.2.1 Nombre de plant par mètre carré

Les valeurs moyennes du nombre de plants par mètre carré pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux : 1,13 et 25 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 2, 14 et 26, en annexe.

L'analyse de la variance a révélé au seuil de signification de 5 % : une différence très hautement significative pour l'effet densité de semis, une différence non significative pour l'effet variété et ceci pour les trois essais (D1, D2 et D3), et un effet non significatif pour l'interaction densité X variété.

Les meilleurs peuplements par m² sont enregistrés avec la date 1 (D1 : 15 novembre) et densité 4 (d4 :450 graines/m²) avec la variété V1 (Cirta) et sont de l'ordre de 295,25 plants/m², suivi de date 2 (D2 : 13décembre) et même densité avec la variété V2 (Simeto) soit 293,5 plants/m². (Figure 5).

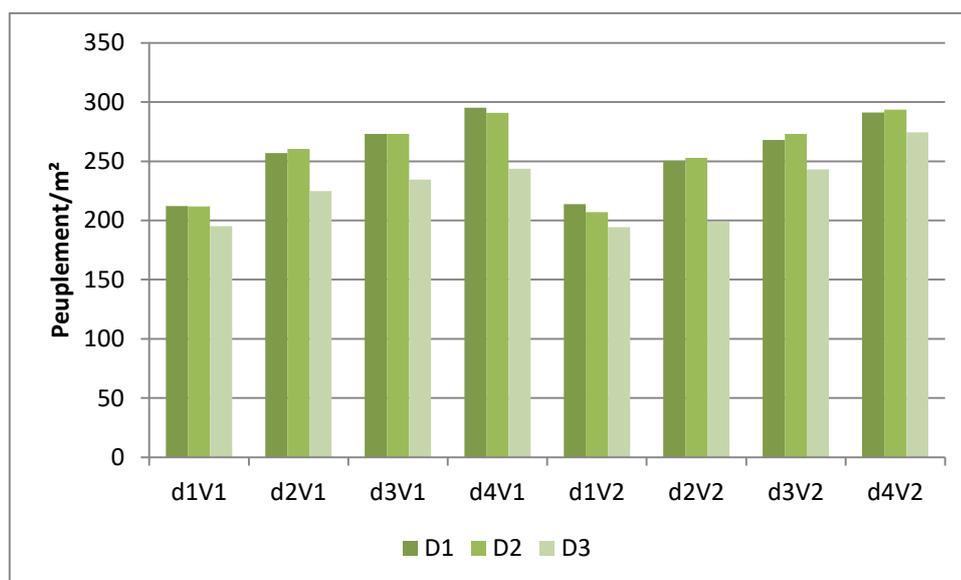


Figure 5 : Effet de la date et de la densité de semis sur le peuplement/m² des deux variétés étudiées

Le classement des moyennes des densités a fait ressortir quatre groupes distincts pour chaque date de semis. Les moyennes sont illustrées par l'histogramme, (figure 6).

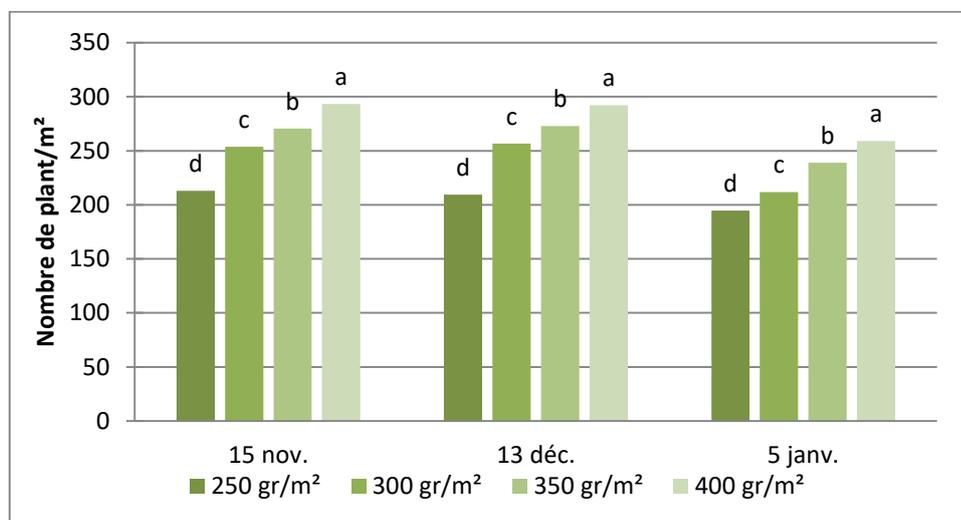


Figure 6 : Effet de la densité de semis sur le nombre de plants par m²

Quelque soit la variété et la date de semis, c'est la densité de 400 graines/m² (d4) qui donne les plus importants peuplements par m² levés. Au semis de novembre on a obtenu 293,25 plants/m², au semis de décembre 292,12 plants/m² et 259 plants/m² au semis de janvier.

Mais on note que les plus importantes pertes à la levée sont enregistrées avec la densité de 400 graines/m², ces pertes évoluent avec la tardivité du semis. En semis de novembre et décembre les pertes moyennes sont de 26 % et au semis de janvier sont de 35 % (Figure 7).

Selon Meynard et *al.*, (1988), l'essentiel de la disparition des pieds a lieu pendant la phase germination-levée et au cours de l'hiver. En effet cette phase a coïncidé pour l'essai tardif (D3) au mois de janvier, le mois le plus froid et le plus pluvieux au niveau du site de l'expérimentation.

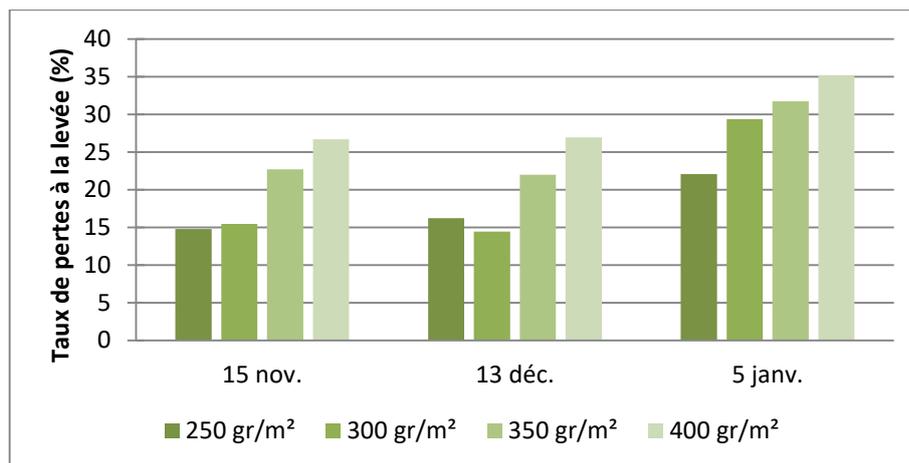


Figure 7 : Evolution des pertes à la levée en fonction des densités et dates de semis

3.2.2 Nombre d'épis par mètre carré

Les valeurs moyennes du nombre d'épis par mètre carré pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux : 3, 15 et 27 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 4, 16 et 28 en annexe.

L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative entre les variétés étudiées et densités de semis pour l'essai de la D1 (essai de novembre).

Pour les essais de date 2 et 3 (essais de décembre et janvier), l'analyse statistique a mis en évidence un effet très hautement significatif de la densité de semis et du génotype et un effet non significatif pour l'interaction densité X génotype.

Pour la variété V1 le meilleur nombre d'épis/m² a été obtenu avec la date D3 (5 janvier) et la densité d2 (300 graines/m²), soit 470 épis/m². Et pour la variété V2 c'est la date D2 (13 décembre) et la densité d4 (400 graines/m²) qui nous ont donné la meilleure valeur (475 épis/m²), (figure 8).

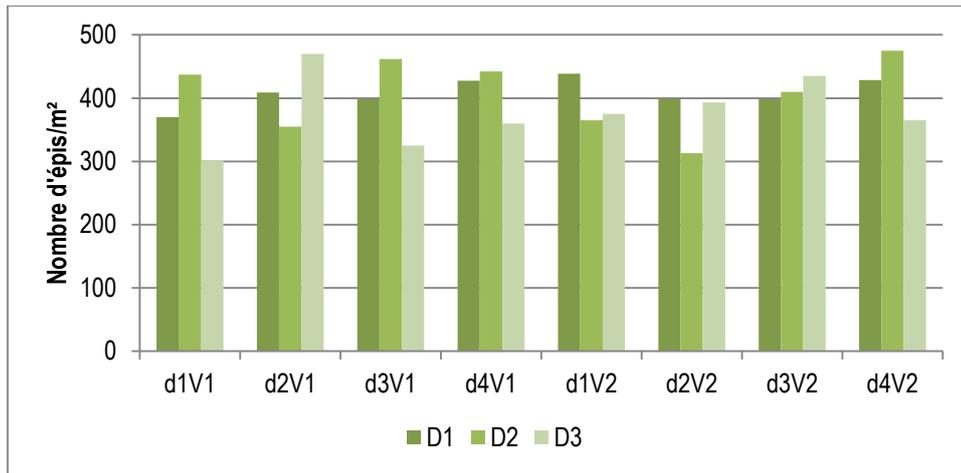


Figure 8 : Effet de la date et de la densité de semis sur le nombre d'épis/m² des deux variétés étudiées

Le peuplement épis par unité de surface obtenu avec le semis de novembre est satisfaisant, il varie de 398,62 à 428,12 épis/m² en moyenne, avec un écart seulement de 29,5 (figure 8).

Le classement des moyennes des densités indique quatre groupes distincts (figure 8), les moyennes varient pour l'essai de décembre (D2) de 334 épis/m² (d2= 300 gr/m²) à 458,5 épi/m² (d4= 400 gr/m²).L'écart entre les deux valeurs est de 124,5 épis/m².

Aussi, pour l'essai tardif de janvier (D3), le classement des moyennes nous a fait ressortir quatre groupes homogènes distincts (figure 9), la plus faible densité épis/m² est obtenue avec la plus forte densité de semis (400 graines/m²), soit 362,5 épis/m². Gaudillère et Barcello (1990), ont observé, à forte densité de peuplement, des arrêts de croissance et des régressions de talles pendant la montaison.

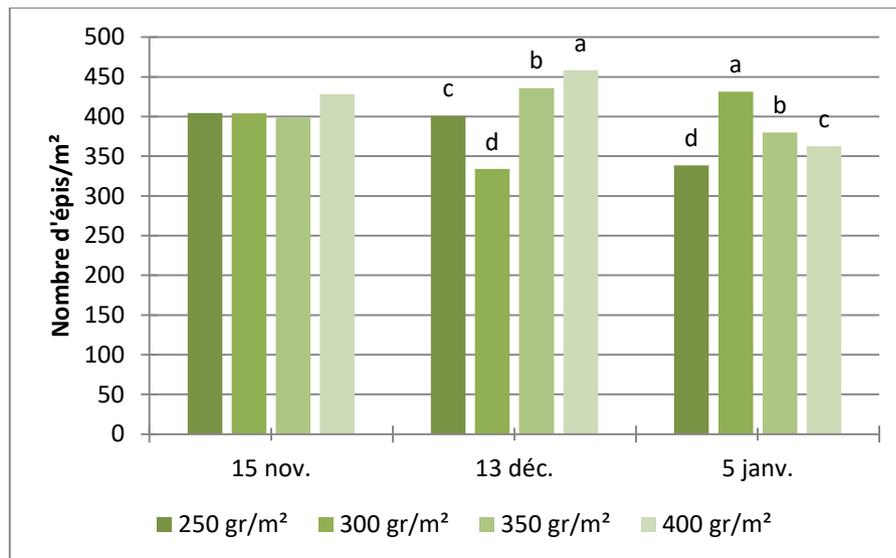


Figure 9: Effet de la densité de semis sur le nombre d'épis/m² selon les dates de semis

Le classement des moyennes des variétés a fait dégager deux groupes homogènes (figure 10). La variété Simeto a donné les meilleurs peuplements épi/m², avec des écarts de 34 et 27,81, pour les essais de décembre et janvier respectivement, par rapport à la variété Cirta. Selon Zair (1984), le peuplement est un paramètre qui dépend en premier lieu du potentiel génétique de la variété.

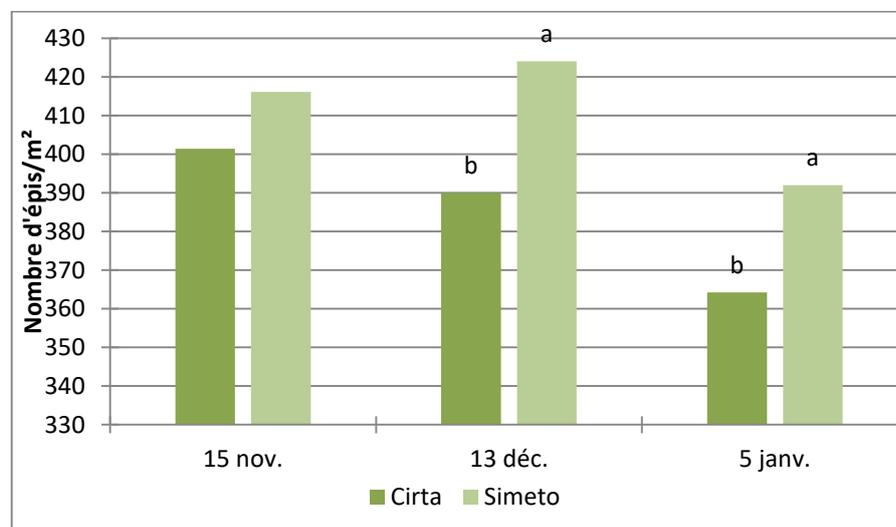


Figure 10 : Effet de la variété sur le nombre d'épis par m² sur les trois dates de semis

3.2.3 Nombre de grains par épi

Les valeurs moyennes du nombre de grain par épi pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux 5, 17 et 29 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 6, 18 et 30 en annexe.

L'analyse de la variance a mis en évidence un effet hautement significatif de la densité sur la fertilité épi pour les essais D2 et D3. Pour l'essai D1, l'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative entre les quatre densités pour ce paramètre.

Pour l'effet génotype, l'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif sur le nombre de grain par épi pour l'essai D1, significatif pour l'essai D2 et non significatif pour l'essai D3.

L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative pour l'interaction génotype X densité de semis pour le poids de mille grains.

Pour la variété V1 (Cirta), les épis les plus fertiles ont été obtenus avec la dernière date de semis D3 et la densité d4 (400 graines/m²) où on a obtenu 44,75 graines/épis en moyenne, de même pour la variété V2 (Simeto) avec 46 graines/épis, (figure 11).

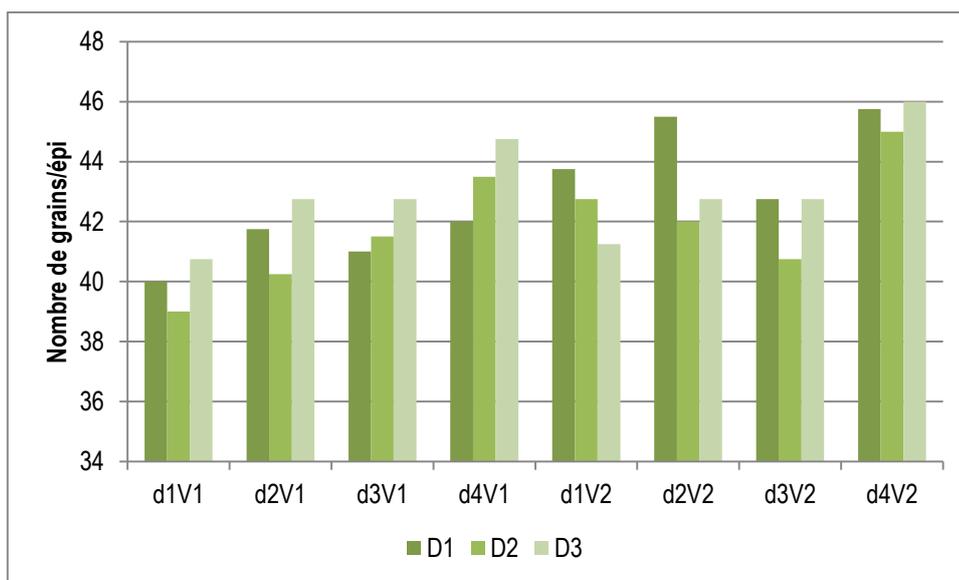


Figure 11: Effet de la date et de la densité de semi sur le nombre de grains/épi des deux variétés étudiées

Le test de comparaison de moyenne des densités nous a distingué deux groupes en essai de décembre. Deux groupes distincts et un intermédiaire pour l'essai de janvier (figure 12). Les moyennes varient de 40,87 grains/épi (d1) à 44,25 grains/épi (d4) pour l'essai de décembre. Elles sont comprises entre 41 grains/épi (d1) et 45 grains/épi (d4) en essai de janvier. Pour l'essai de novembre elles varient de 41,8 grains/épi (d1) à 43,8 (d4).

Les valeurs qu'on a obtenues ne dépassent pas en moyenne 45 grains/épi. Selon Grignac (1981), les valeurs optimales pour l'obtention d'un rendement élevé en zone méditerranéenne sont en moyenne de 51 grains/épi, mais en bonnes conditions hydriques. Selon le même auteur, les quelques jours qui suivent la floraison sont une phase délicate pour la réalisation du nombre de grain, en effet nos essais ont subi un déficit hydrique à partir du mois de mars.

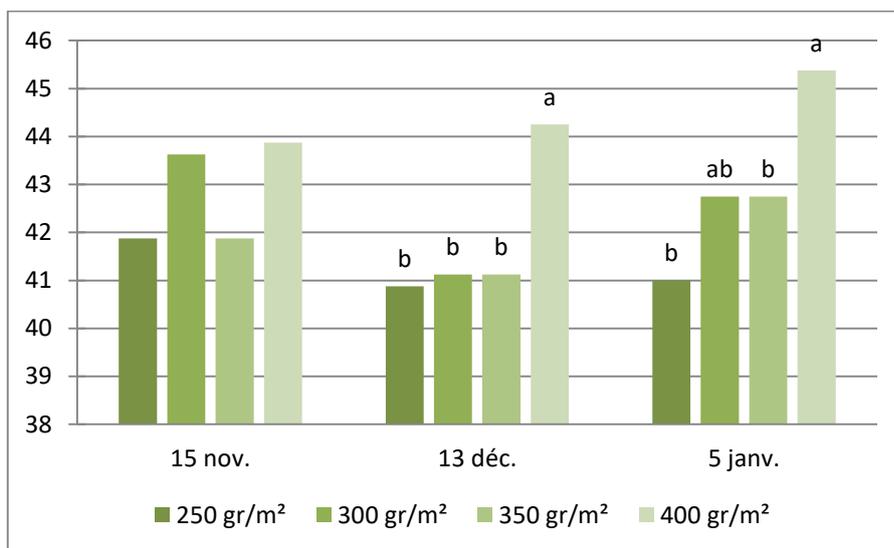


Figure 12 : Effet de la densité de semis sur le nombre de grain/épi sur les trois dates de semis

Le classement des moyennes du nombre de grain/épi des variétés a montré que Simeto représente le groupe « a » et Cirta le groupe « b » (figure 13) pour les essais de novembre et de décembre.

Les écarts sont en moyenne de 3,25 grains/épi en semis de novembre et 1,56 grains/épi en semis de décembre, au détriment de la variété Cirta. En semis de janvier les valeurs moyennes du nombre de grain/épi des deux variétés sont très proches, la tardivité du semis a marqué ce paramètre pour Simeto où on a une perte de 1,25 grains/épis par rapport au semis de novembre, alors que Cirta a eu une augmentation moyenne de 1,56 graines/épi par rapport au premier semis.

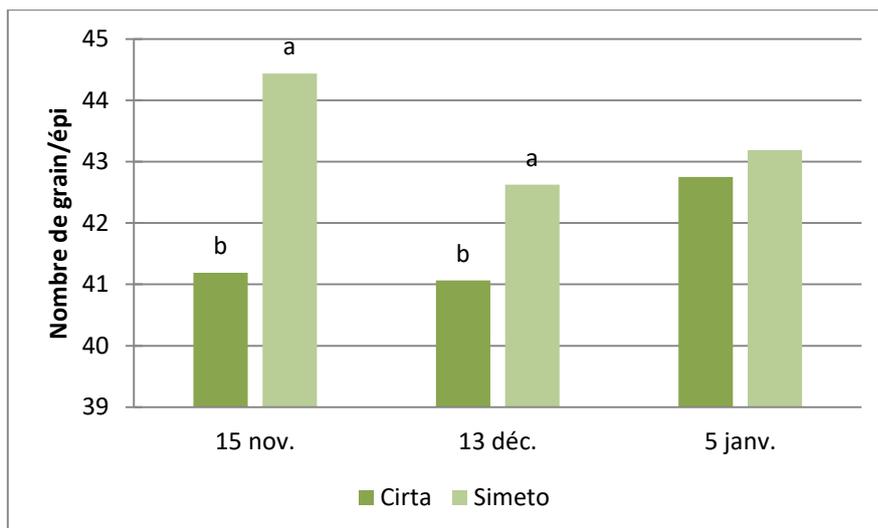


Figure 13: Effet de la variété sur le nombre de grain/épi sur les trois dates de semis

3.2.4 Poids de milles grains

Les valeurs moyennes du poids de mille grains (g) pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux 7, 19 et 31 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 8, 20 et 32 en annexe.

L'analyse de la variance du poids de mille grains montre un effet hautement significatif pour l'effet densité de semis en semis précoce de novembre (D1) et très hautement significatif pour les essais de décembre (D2) et de janvier (D3).

Une différence hautement significative est mise en évidence entre les deux variétés pour le PMG en semis de novembre, très hautement significative pour les semis de décembre et janvier.

L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative pour l'interaction génotype X densité de semis pour le poids de mille grains.

Le plus important PMG de la variété V1 (Cirta) a été obtenu avec la date 1 (D1) et la densité d4 (400 graines/m²) de même pour la variété V2 5siméto) avec 50,25 g/m², (figure 14).

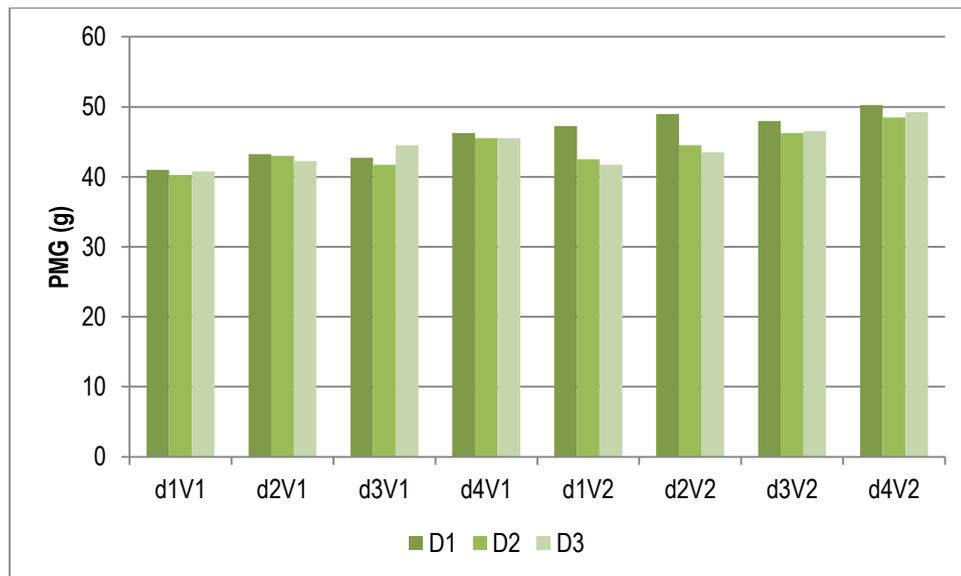


Figure 14 : Effet de la date et de la densité de semis sur le PMG des deux variétés étudiées

Le classement des moyennes des densités de semis a fait ressortir en semis de novembre et de décembre deux groupes distincts et un intermédiaire, en semis de janvier deux groupes distincts et deux intermédiaires (figure15).

En semis de novembre les valeurs obtenues varient de 41,12 g avec la densité d1 (250graines/m²) et 48,25 g avec la densité d4 (400 graines/m²) avec un écart de 4,12 g. En semis de décembre le plus important PMG est obtenu avec d4, soit 47 g en moyenne et poids minimum est obtenu avec d1 de l'ordre de 41,37 g, ce qui nous donne un écart de 5,62 g. La même situation est observée avec le semis de janvier, on a eu le plus important PMG avec d4 (47,37 g) et la plus faible valeur avec d1 (41,25 g), soit un écart de 6,12 g.

On remarque une légère diminution du PMG en allant vers le semis tardif. On a, une perte de 2,87 g avec la densité d1 en semis de janvier par rapport au semis de novembre, cette perte s'accroît avec la forte densité d4, elle est de l'ordre de 3,25 g avec la densité d2. D'après Triboï (1990) et Triboï et *al.*, (1995), le manque d'eau en fin de cycle combiné aux températures élevées entraîne une diminution du poids milles grains par altération de la vitesse et/ou de la durée de remplissage.

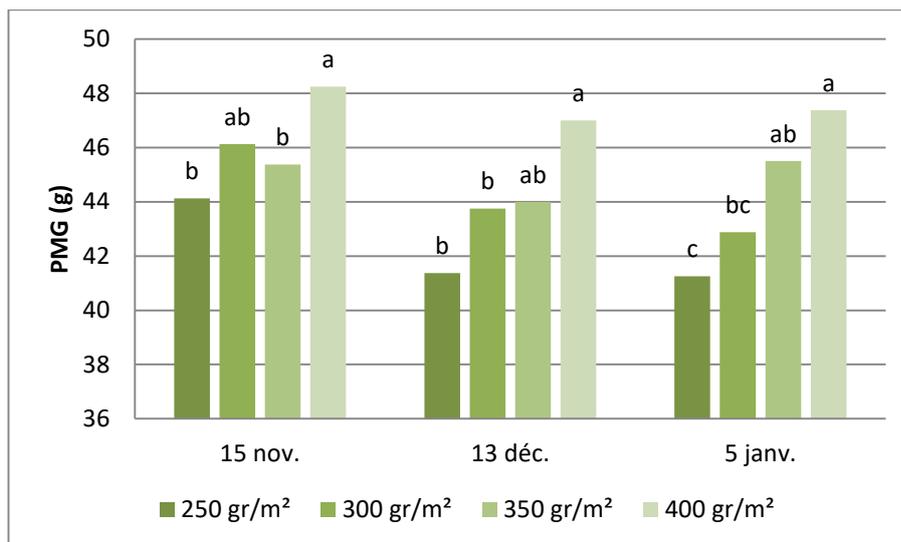


Figure 15 : Effet de la densité de semis sur le poids de mille grains sur les trois dates de semis

Le test de comparaison des moyennes pour les variétés a classé Simeto en premier avec un PMG moyen de 48,62 g en semis de novembre avec plus de 5 g que Cirta qui a eu un PMG de 43,31 g. En semis de décembre on a eu un écart de 2,81 g en faveur de Simeto (avec 45,43 g) par rapport à Cirta (42,62 g). Même en semis de janvier, on a obtenu 2 g de plus pour Simeto par rapport à Cirta (figure 16).

Il y a lieu de noter que Simeto a été relativement plus sensible au retard de semis pour le paramètre PMG, car un écart entre la D1 et D3 de l'ordre de 3,37 g a été enregistré, tandis que Cirta son PMG a été relativement plus stable, un infime écart de 0,06 g est noté entre les deux dates, de novembre et de janvier.

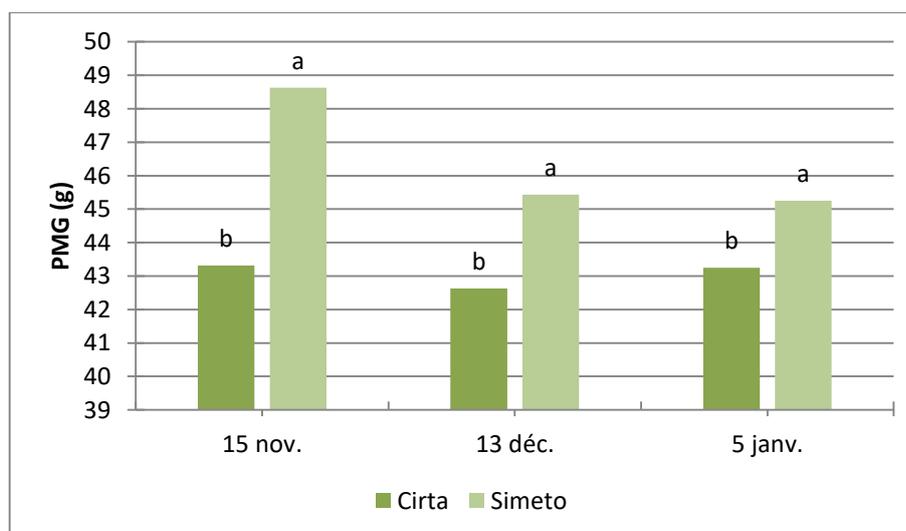


Figure 16 : Effet de la variété sur le poids de mille grains sur les trois dates de semis

3.2.5 Rendement estimé

Les valeurs moyennes du rendement estimé (q/ha) pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux 9, 21 et 33 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 10, 22 et 34 en annexe.

L'analyse de la variance au seuil de 5 % a déterminé un effet de la densité de semis : significatif en semis de novembre, très hautement significatif en semis de décembre et de janvier, sur le rendement grain du blé estimé.

Pour l'effet variété, l'analyse statistique a révélé un effet très hautement significatif sur le rendement estimé en semis de novembre et de décembre et hautement significatif en semis de janvier.

L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative pour l'interaction génotype X densité de semis pour le rendement en grain estimé.

Les meilleures valeurs de rendement estimé sont obtenues avec la date 2(D2) et la densité d4 pour la variété V1 (Cirta) avec 87,43 q/ha ne moyenne. Et avec la variété V2 (Siméto) le meilleur rendement estimé est obtenu avec date D2 et la densité d4 avec 103,65 q/ha, (figure 17).

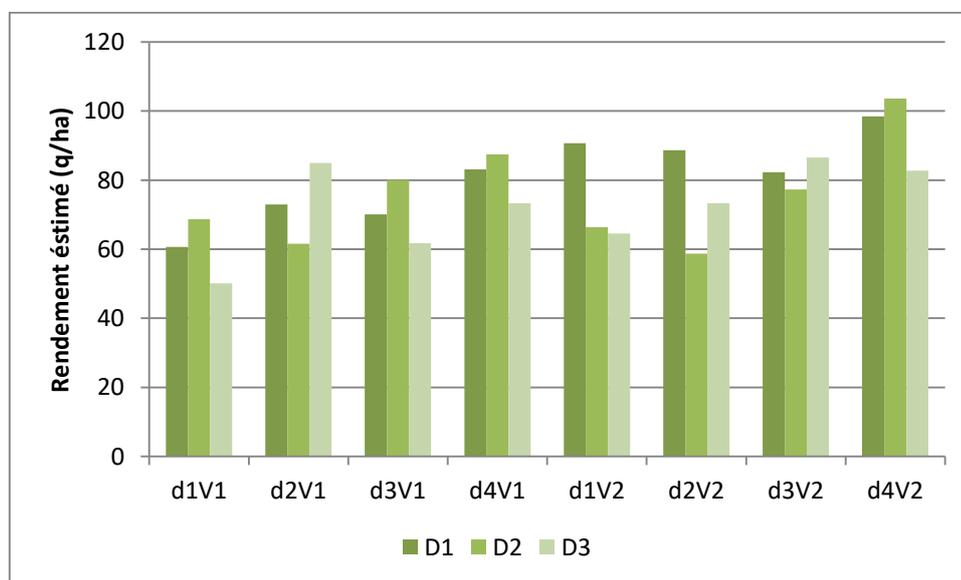


Figure 17: Effet de la date et de la densité de semis sur le rendement estimé des deux variétés étudiées

Le classement des moyennes des densités, nous a fait ressortir trois groupes distincts en semis de novembre, quatre groupes en semis de décembre, et deux groupes distincts et un intermédiaire en semis de janvier (figure 18).

En semis de novembre, on a obtenu les meilleurs rendements estimés avec la densité de 400 graines/m² avec une moyenne de 90,77 q/ha, avec un écart de 15 q/ha par rapport à la densité de 250 graines/m² et 14,57 q/ha par rapport à 350 graines/m².

En semis de novembre les écarts sont plus importants entre densités de semis, où on a enregistré un gain avec la densité d4 de 16,88 q/ha et 28,02 q/ha par rapport à la densité de d3 et d1 respectivement.

Au contraire en semis tardif de janvier, l'écart en rendement estimé, le plus significatif est enregistré avec la d1, soit 20,67 q/ha, d'ailleurs les trois densités (d2, d3 et d4) sont du même groupe homogène.

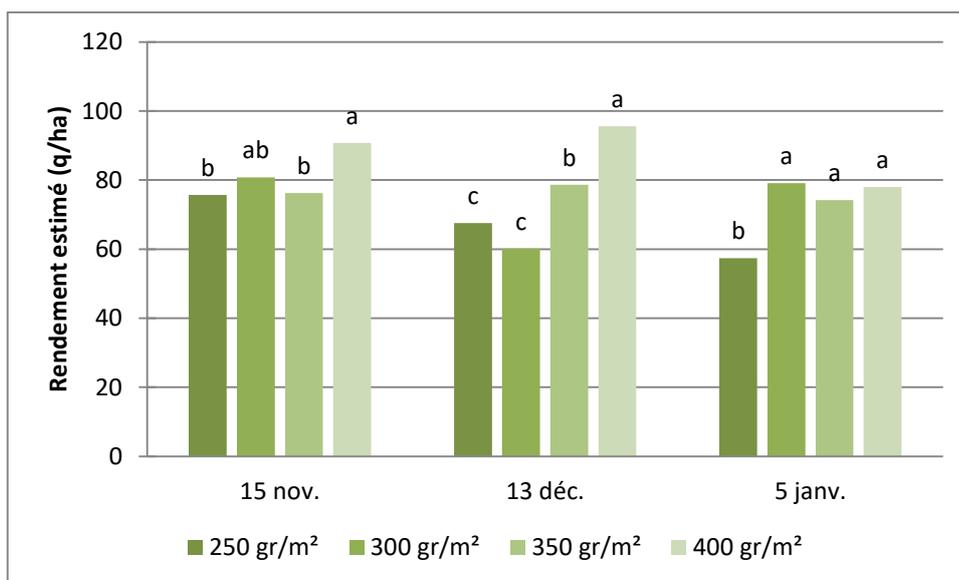


Figure 18 : Effet de la densité de semis sur le rendement estimé sur les trois dates de semis

Le classement des moyennes du rendement estimé des deux variétés a classé la variété Simeto en premier pour les trois dates de semis (Figure 19). En semis de novembre Simeto a donné un rendement en plus de 18,32 q/ha par rapport à Cirta, ces écarts se rétrécissent dans le temps, on a respectivement en semis de décembre et de janvier des écarts 2 q/ha et 9,27 q/ha.

On a remarqué que la date de semis, n'a pas eu le même effet sur les deux variétés, or Simeto a perdu en rendement en fonction de la tardivité du semis, plus de 13 q/ha sont perdus avec les semis de décembre et janvier par rapport au semis précoce de novembre. Cirta, au contraire a enregistré un gain en semis de décembre de l'ordre de 2,72 q/ha et une perte que de 4,18 q/ha en semis de janvier.

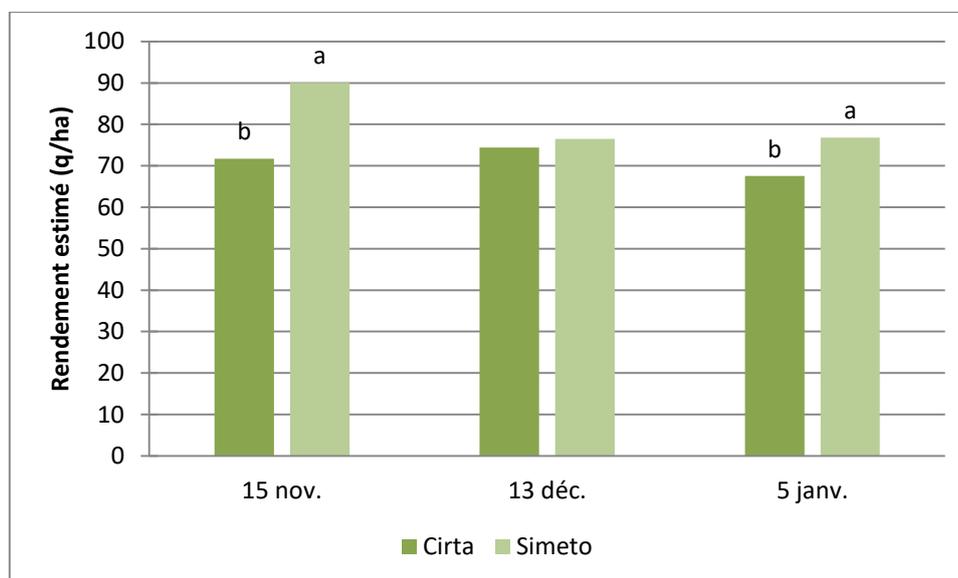


Figure 19 : Effet de la variété sur le rendement en grain estimé sur les trois dates de semis

3.2.6 Rendement réel

Les valeurs moyennes du rendement réel (q/ha) pour l'essai D1, D2 et D3 : sont données dans les tableaux 11, 23 et 35 en annexe. Les résultats relatifs à l'analyse de variance sont donnés dans les tableaux 12, 24 et 36 en annexe.

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour le rendement récolté entre les différentes densités étudiées et ce pour les trois dates de semis.

Pour l'effet de la variété, l'analyse statistique a montré un effet significatif en semis de novembre et de décembre et très hautement significatif pour l'essai tardif de janvier.

L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative pour l'interaction génotype X densité de semis pour le rendement en grain estimé.

Les meilleurs rendements récoltés obtenus sont enregistrés avec la date 2 (D2) et densité 4 (d4) pour la variété V1 (Cirta) avec en moyenne 40,75 q/ha. Et avec la date 1 (D1) et la densité 4 (d4) pour la variété V2 (Simeto) avec en moyenne 43,25 q/ha (figure 20).

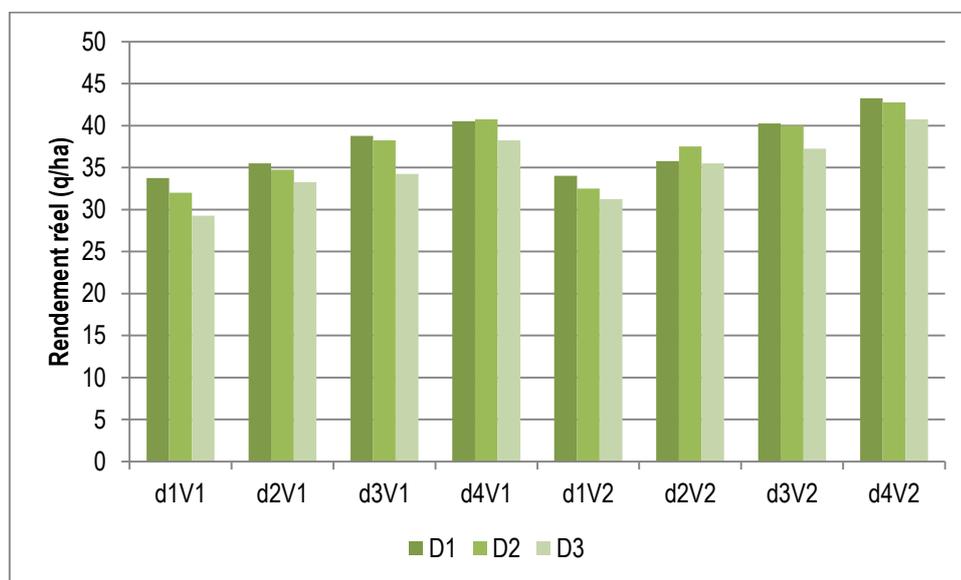


Figure 20 : Effet de la date et de la densité de semis sur le rendement récolté des deux variétés étudiées

Le classement des moyennes des densités, a fait distinguer, trois groupes homogènes en semis de novembre, deux groupes distincts et deux qui se chevauchent en semis de novembre et deux groupes en semis de janvier (figure 21).

En semis précoce de novembre, les rendements en grains moyens récoltés varient de 33,87 q/ha (avec la densité d1) à 39,5 q/ha (avec la densité d3) et 41,87 q/ha (avec la densité d4), c'est le rendement maximal en cette période de semis. Soient des écarts de 8 q/ha par rapport à d1 et 2,37 q/ha par rapport à d3.

En semis de novembre, les rendements ont légèrement diminué. Les valeurs sont comprises entre 32,25 q/ha (d1) et 41,75 q/ha (d4), ce qui nous donne un écart de 9,5 q/ha. On note aussi qu'avec la densité d3, 39,12 q/ha sont obtenus.

En semis tardif de janvier, les rendements ont encore chuté, on a obtenu 30,25 q/ha avec d1 et 39,5 avec d4, soit un écart de 9,25 q/ha. Avec d3 on a eu 35,75 q/ha.

Selon Hozayn et Abd El-Monem (2010), le semis tardif engendre une perte de rendement. Dans notre expérimentation elle est de l'ordre de 10 % pour la densité d1 (en semis de janvier par rapport au semis de novembre), les fortes densités compensent ces pertes, elles ne sont que de l'ordre de 5 % avec la densité d4.

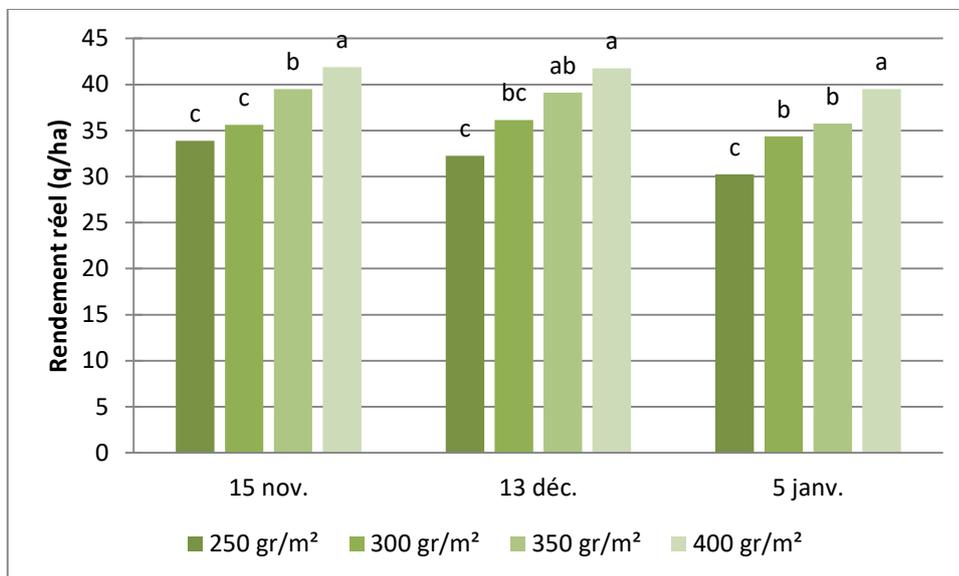


Figure 21 : Effet de la densité de semis sur le rendement réel selon les trois dates de semis

Le classement des moyennes des variétés a classé la variété Simeto en premier et ceci dans les trois essais (figure 22). Les écarts en rendements obtenus sont de 1,18 q/ha en semis de novembre, de 1,75 q/ha pour le semis de décembre et 2,43 pour le dernier semis (de janvier). Une chute de rendement de l'ordre de 3,37 q/ha et 2,12, est enregistrée, respectivement pour Cirta et Simeto en semis de janvier par rapport au semis de novembre.

Il y a lieu de noter que des différences importantes entre le rendement estimé et rendement réel, ceci est dû au décalage de la récolte suite à la pluviométrie du mois de juin, alors que la culture du blé dur a atteint sa maturité en fin mois de mai.

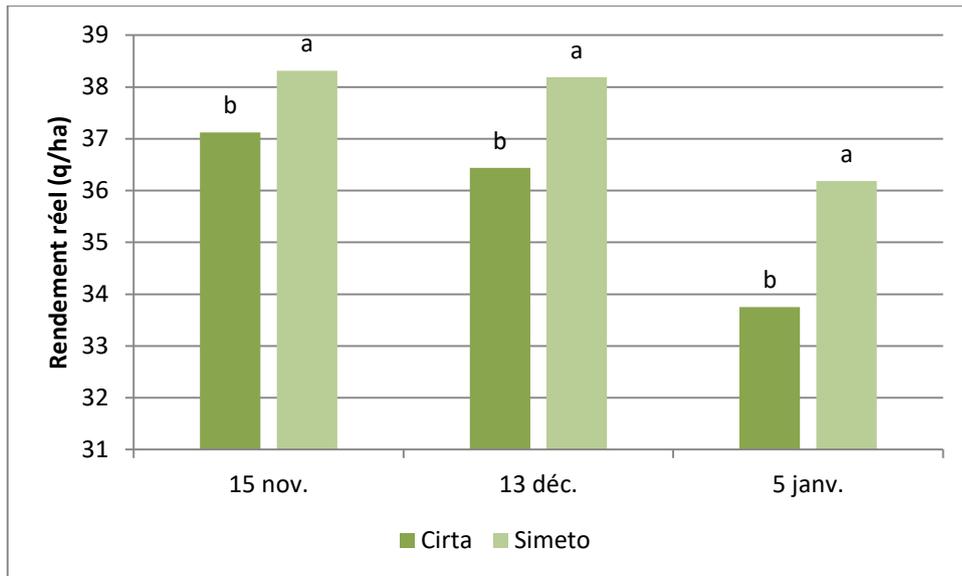


Figure22 : Effet de la variété sur le rendement réel selon les trois dates de semis

Conclusion

Ce présent travail réalisé durant la campagne 2016-2017, a porté sur l'étude de l'effet de la date et de la densité de semis sur deux variétés de blé dur (Cirta et Simeto) en production de semence dans la région de Guelma, en vue de mieux connaître leur comportement.

La date et les densités de semis sont des facteurs important dont il faut tenir compte avant installation de toute céréale, le blé dur en particulier.

Il semble que semer tôt ne serait que bénéfique pour éviter des pertes de rendements, surtout que les semis de janvier ont eu un cycle végétatif court traduit par une durée de tallage et d'épiaison raccourcie. Les semis tardifs (de janvier) provoquent des pertes à la levée importantes surtout quand elles sont conjuguées aux fortes densités de semis (400 graines/m²), elles ont atteint 35 %.

Il en ressort aussi, que la densité n'a pas d'effet sur les deux variétés, leur comportement est le même quelle que soit la densité utilisée (les interactions variété X densité de semis ne sont pas significatives) et ceci pour tous les paramètres agronomiques étudiés.

La variété Simeto a donné les meilleures valeurs pour tous les caractères agronomiques que la variété Cirta, mais elle a été la plus sensible aux semis tardifs où elle a enregistré une perte dans le poids moyen du grain et le rendement en grain estimé. On a obtenu 3,37 g en moins en semis de janvier et 13,22 q/ha par rapport au semis de novembre, alors que Cirta était plus stable pour ces paramètres dans les deux semis.

Dans les conditions de cette expérimentation, pour améliorer les différents paramètres étudiés (plant par mètre carré, nombre d'épis par mètre carré, nombre de grain par épi, le poids de mille grains, rendement estimé et le rendement réel), la densité de 400 graines/m² paraît la mieux indiquée pour obtenir les meilleurs valeurs. Mais les écarts avec la densité de 350 graines/m² ne sont pas considérables, de ce fait on peut recommander de semer avec une densité de 350 graines/m² pour les deux variétés en semis de novembre et de décembre, ceci en tenant compte de

l'aspect économique de l'opération de semis, sachant que la semence est un intrant coûteux.

Pour confirmer ou infirmer ces résultats, il serait plus intéressant de reconduire l'expérimentation au niveau du même site, pour déterminer les dates et les densités de semis optimales qui permettront aux deux génotypes de mieux exprimer leur potentiel génétique.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Abbassenne F., Bouzerzour H. et Hachemi L., 1998. Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. *Ann. Agron. INA*.**18** : pp 24-36.

Anonyme, 2010. Itinéraires techniques intégrés du blé tendre d'hiver en Picardie, 28 p.

Anonyme, 2011. Bilan annuel des activités du département Agrotechnie. Institut Technique des Grandes Curures. El-Harrach –Alger.

Anonyme, 2012. Lutte contre les mauvaises herbes : des solutions alternatives et complémentaires aux herbicides. Arvalis, Cetiom, Alpaferme, 18 p.

Bahlouli F., Bouzerzour H. et Benmahammed A., 2005- Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi – arid conditions. *Pakistan Journal of Agronomy* pp 360 –365.

Baldy Ch., 1973.- Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum* SP.) *Ann. Agron.*, 24 (2). 1973. pp 241 - 276.

Barbottin A., Lecomte C., Bouchard C. et Jeuffroy M., 2005. Nitrogen Remobilization during Grain Filling in Wheat. *Crop science* **45** : pp1141–1150.

Belaid D., 1996. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p.

Belkherchouche H., Fellah S., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Chellal N., 2009. Vigueur de la croissance, translocation et rendement grain du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *Courrier du savoir* **9** : pp17-24.

Bonjean, A. et Picard, E.1990. « Les céréales à paille. Origine, histoire, économie, sélection ». 1990. 250 p.

Boufenar-Zaghouane F., et Zaghouane O., 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine), ITGC-ICARDA. 1^{ère} édition ITGC. Algérie, 154 p.

Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui S., 2007. Guide pratique des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). 176 p. ITGC/INRAA/ICARDA. MADR, Algérie.

Bousquet N., 2003. Pour bien démarrer la campagne, date et densité de semis du blé, Perspectives agricoles N° 293, France.

Chabi H., Derouiche M., Kafi M. et Khilassi E., 1992. Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de Sétif.

Chennafi H., Aidaoui A., Bouzerzour H. et Saci A., 2006 : Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth condition. *Asian J. plant Sci*, (5), pp 854-860.

Cook J., Johnson V. A. et Allan R. E., 1991. Le blé. In: Greef M. W. (Eds). Méthodes traditionnelles de sélection des plantes : un aperçu historique destiné à servir de référence pour l'évaluation du rôle de la biotechnologie moderne. Organisation de coopération et de développement économiques, Belgique, pp 27-38.

Crête P., 1965 - Précis de botanique .Tome II, systématique des angiospermes .2 Ed. Paris : pp 11-38

Decaud J., Meziani L., et Pujol B., 1985. Kinetics of leaf development of a winter wheat during tillering according to sowing date. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 3, pp. 865-868.

Djennadi-Ait Abdallah F., 2006. Analyse de la mise en place de la culture céréalière dans les conditions de l'Algérie du Nord. *Céréaliculture*, numéro spécial Programme d'Intensification Céréalière, Campagnes Agricoles : 2002-2003 et 2003-2004, pp.29-35, ITGC, Algérie.

Djermoun A., 2009. La Production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*, 01 : pp 45–53.

Du Pont M.F. et Altenbach B.S., 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, **38**: pp 133–146.

Etilé E. Ph.D., 2013. Pratiques agricoles favorisant la répression des ravageurs des cultures par leurs prédateurs naturels. 13 p.

FAOSTAT, 2017 : <http://faostat3.fao.org>. Consulté : août 2017.

Feillet P., 2000- Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA. ISSN: 1144- 7605. ISBN: 2- 73806 0896- 8. 308 p.

Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé : De la plante à la culture. Lavoisier, Paris. 429 p.

Gate P., Giban M., Blandlot A., Braun PH. , Couleaud G., Jouy L., Laurent F., Lutton A., et Vignier L., 2003. Stades du blé, ITCF-AGPM-TECHNIQUE. 68 p.

Gaudillere J-P. et Barcello M-O., 1990. Effet des facteurs hydriques et osmotiques dur la croissance des talles de blé. Agronomie, vol 10, n°5, pp : 423-432.

Grignac P., 1981. Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français. In Limites de potentialités de production du blé dur dans différents systèmes de cultures et différentes zones méditerranéennes. Communication scientifique, Séminaire à Bari, pp 185-194.

Hamou, M., Labdi, M. et Hamdi, S. 2009. Problématique de la céréaliculture et perspectives de développement. Actes de l'Atelier régional sur la recherche scientifique et le développement de l'agriculture. Mostaganem-Algérie, 12-13 janvier 2009. pp. 8-15.

Hioun S., Dekak A., et Khamar L., 2002. Effets des dates de semis et le traitement hydrique sur 12 variétés de blé dur en zone semi-aride. Céréaliculture n° 37, pp. 17-23, ITGC, Alger.

Hozayn M., et Abd El Monem A.A., 2010. Alleviation of the potential impact of climate change on wheat productivity using arginine irrigated Egyptian agriculture. In : López-Francos A. (comp.), López-Francos A. (collab.). Economics of drought and drought preparedness in a climate change context.

Jean-Noël Lafargue 2017. Histoire du blé. Une rapide histoire des frontières. Paru dans Futur Noir. 5 p.

- Karou M., Haffid R., Smith D.N. et Samir K., 1998.** Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early – season drought. *Agronomy* 18, 18 :186 .
- MADRP, 2015 :** Données statistiques, Série B. Ministère de l’Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.
- Meynard, J.M. et Sebillotte, M., 1994.** L’élaboration du rendement du blé, base pour l’étude des autres céréales à paille. In : *Elaboration du rendement des principales cultures annuelles* (D. Picard, L. Combe), Editions INRA, Paris, pp 31-51.
- Prats H ., 1960 –** Vers une classification des graminées. *Revue d’Agrostologie. Bull. Soc Bot. France*, pp 32- 79.
- Ramade F., 1984.** *Eléments d’écologie : écologie fondamentale.* Ed. McGraw et Hill, Paris, 576 p.
- Soltner D., 2005.** Les grandes productions végétales, *Phytotechnie spéciale.* 20^{ème} édition, France.
- Soltner D., 2012.** Les grandes productions végétales, *Phytotechnie spéciale.* 25^{ème} édition, France.
- TelaBotanica,2017 :** [file:///C:/Users/Home/Desktop/Triticum_turgidum_subsp_durum_%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Home/Desktop/Triticum_turgidum_subsp_durum_%20(2).pdf), consulté septembre 2017.
- Triboï E., 1990.** Modèle d’élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum*). *Agronomie*, n°10, pp 191-200.
- Triboï E., Rousset M., et Lemerrier E., 1995.** *Elaboration du poids de grains. Ecophysiologie du blé INRA*, pp 67-100.
- Yallaoui-Yaïci N., Ghalem Y., Kaci Chaouche Oulbani A. et Bendada H., 2013.** Développement des cultures céréalières en Algérie : suivi-évaluation et encadrement technique des campagnes céréalières. *Céréaliculture*, n°61, pp. 5-22, ITGC, Algérie.
- Zair R., 1984.** L’irrigation et fertilisation du blé dur. *Céréaliculture* n°24. Pp 1-7.

Les Annexes

Les Annexes

Essai Date 1 : 15 novembre 2016

Tableau 1 : Densités moyennes de plants par m² à la levée

Traitement	Nombre de plant/m ²
d1V1	212,25
d2V1	256,75
d3V1	273
d4V1	295,25
d1V2	213,75
d2V2	250,5
d3V2	268
d4V2	291,25

Tableau 2 : Analyse de la variance du nombre de plant/m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	31035,72	31	1001,152				
VAR.DENSITE 1	27538,34	3	9179,447	68,269	0		
VAR.VARIETE 2	94,531	1	94,531	0,703	0,41588		
VAR.INTER F1*2	70,094	3	23,365	0,174	0,91259		
VAR.BLOCS	509,092	3	169,697	1,262	0,31296		
VAR.RESIDUELLE 1	2823,658	21	134,46			11,596	0,0450154

Tableau 3 : Densités moyennes du nombre d'épis par m²

Traitement	Nombre d'épis/m ²
d1V1	370
d2V1	409
d3V1	398,75
d4V1	427,75
d1V2	438,5
d2V2	398,75
d3V2	398,5
d4V2	428,5

Tableau 4 : Analyse de la variance du nombre d'épis par m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	57792,47	31	1864,273				
VAR.DENSITE 1	4175,348	3	1391,783	0,67	0,58293		
VAR.VARIETE 2	1725,785	1	1725,785	0,831	0,37557		
VAR.INTER F1*2	7870,09	3	2623,363	1,263	0,3125		
VAR.BLOCS	417,848	3	139,283	0,067	0,97595		
VAR.RESIDUELLE 1	43603,4	21	2076,353			45,567	11,15%

Tableau 5 : Nombre moyen de grains par épi

Traitement	Nombre de grains par épi
d1V1	40
d2V1	41,75
d3V1	41
d4V1	42
d1V2	43,75
d2V2	45,5
d3V2	42,75
d4V2	45,75

Tableau 6 : Analyse de la variance du nombre de grains par épi

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	606,875	31	19,577				
VAR.DENSITE 1	28,375	3	9,458	3,374	0,03724		
VAR.VARIETE 2	84,5	1	84,5	30,14	0,00003		
VAR.INTER F1*2	6	3	2	0,713	0,55793		
VAR.BLOCS	429,125	3	143,042	51,021	0		
VAR.RESIDUELLE 1	58,875	21	2,804			1,674	3,91%

Tableau 7 : Poids moyen de milles grains (g)

Traitement	PMG
d1V1	41
d2V1	43,25
d3V1	42,75
d4V1	46,25
d1V2	47,25
d2V2	49
d3V2	48
d4V2	50,25

Tableau 8 : Analyse de la variance du poids de mille grains

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	416,969	31	13,451				
VAR.DENSITE 1	71,844	3	23,948	7,433	0,00148		
VAR.VARIETE 2	225,781	1	225,781	70,081	0		
VAR.INTER F1*2	5,594	3	1,865	0,579	0,63883		
VAR.BLOCS	46,094	3	15,365	4,769	0,01094		
VAR.RESIDUELLE 1	67,656	21	3,222			1,795	3,90%

Tableau 9 : Rendement estimé (q/a)

Traitement	Rendement estimé (q/ha)
d1V1	60,68
d2V1	72,91
d3V1	70,09
d4V1	83,11
d1V2	90,67
d2V2	88,69
d3V2	82,29
d4V2	98,43

Tableau 10 : Analyse de la variance du rendement estimé

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7850,481	31	253,241				
VAR.DENSITE 1	1174,271	3	391,424	4,168	0,01822		
VAR.VARIETE 2	2685,122	1	2685,122	28,595	0,00004		
VAR.INTER F1*2	378,536	3	126,179	1,344	0,28687		
VAR.BLOCS	1640,621	3	546,874	5,824	0,00473		
VAR.RESIDUELLE 1	1971,931	21	93,901			9,69	11,98%

Tableau 11 : Rendement réel (q/a)

Traitement	Rendement réel (q/ha)
d1V1	33,75
d2V1	35,5
d3V1	38,75
d4V1	40,5
d1V2	34
d2V2	35,75
d3V2	40,25
d4V2	43,25

Tableau12 : Analyse de la variance du réel

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	442,469	31	14,273				
VAR.DENSITE 1	316,844	3	105,615	48,052	0		
VAR.VARIETE 2	11,281	1	11,281	5,133	0,03257		
VAR.INTER F1*2	8,594	3	2,865	1,303	0,2995		
VAR.BLOCS	59,594	3	19,865	9,038	0,00053		
VAR.RESIDUELLE 1	46,156	21	2,198			1,483	3,93%

Essai date 2 : 13 décembre 2016**Tableau 13** : Densités moyennes de plants par m² à la levée

Traitement	Nombre de plant/m ²
d1V1	211,75
d2V1	260,5
d3V1	273
d4V1	290,75
d1V2	207
d2V2	252,75
d3V2	273
d4V2	293,5

Tableau 14 : Analyse de la variance du nombre de plant/m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	31411,47	31	1013,273				
VAR.DENSITE 1	30044,85	3	10014,95	221,347	0		
VAR.VARIETE 2	47,533	1	47,533	1,051	0,31837		
VAR.INTER F1*2	132,842	3	44,281	0,979	0,42307		
VAR.BLOCS	236,096	3	78,699	1,739	0,18863		
VAR.RESIDUELLE 1	950,154	21	45,245			6,726	2,61%

Tableau 15 : Densités moyennes du nombre d'épis par m²

Traitement	Nombre d'épis/m ²
d1V1	437
d2V1	355
d3V1	462
d4V1	442
d1V2	365
d2V2	313
d3V2	410
d4V2	475

Tableau 16 : Analyse de la variance du nombre d'épis par m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	94183,52	31	3038,178				
VAR.DENSITE 1	70861,52	3	23620,51	273,222	0		
VAR.VARIETE 2	8844,516	1	8844,516	102,306	0		
VAR.INTER F1*2	12637,48	3	4212,495	48,727	0,4135		
VAR.BLOCS	24,516	3	8,172	0,095	0,96126		
VAR.RESIDUELLE 1	1815,484	21	86,452			9,298	2,28%

Tableau 17 : Nombre moyen de grains par épi

Traitement	Nombre de grains par épi
d1V1	39
d2V1	40,25
d3V1	41,5
d4V1	43,5
d1V2	42,75
d2V2	42
d3V2	40,75
d4V2	45

Tableau 18 : Analyse de la variance du nombre de grains par épi

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	308,219	31	9,943				
VAR.DENSITE 1	62,094	3	20,698	5,982	0,00419		
VAR.VARIETE 2	19,531	1	19,531	5,645	0,02585		
VAR.INTER F1*2	20,344	3	6,781	1,96	0,14981		
VAR.BLOCS	133,594	3	44,531	12,871	0,00006		
VAR.RESIDUELLE 1	72,656	21	3,46			1,86	4,45%

Tableau 19 : Poids moyen de milles grains (g)

Traitement	PMG
d1V1	40,25
d2V1	43
d3V1	41,75
d4V1	45,5
d1V2	42,5
d2V2	44,5
d3V2	46,25
d4V2	48,5

Tableau 20 : Analyse de la variance du poids de mille grains

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	310,969	31	10,031				
VAR.DENSITE 1	127,594	3	42,531	9,879	0,00032		
VAR.VARIETE 2	63,281	1	63,281	14,699	0,00104		
VAR.INTER F1*2	9,844	3	3,281	0,762	0,53064		
VAR.BLOCS	19,844	3	6,615	1,536	0,2337		
VAR.RESIDUELLE 1	90,406	21	4,305			2,075	4,71%

Tableau 21 : Rendement estimé (q/a)

Traitement	Rendement estimé (q/ha)
d1V1	68,661
d2V1	61,552
d3V1	80,055
d4V1	87,427
d1V2	66,371
d2V2	58,681
d3V2	77,263
d4V2	103,647

Tableau 22 : Analyse de la variance du rendement estimé

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7474,309	31	241,107				
VAR.DENSITE 1	5694,785	3	1898,262	68,169	0		
VAR.VARIETE 2	34,182	1	34,182	1,228	0,00001		
VAR.INTER F1*2	534,577	3	178,192	6,399	0,20307		
VAR.BLOCS	625,989	3	208,663	7,493	0,00142		
VAR.RESIDUELLE 1	584,776	21	27,846			5,277	6,99%

Tableau 23 : Rendement réel (q/a)

Traitement	Rendement réel (q/ha)
d1V1	32
d2V1	34,75
d3V1	38,25
d4V1	40,75
d1V2	32,5
d2V2	37,5
d3V2	40
d4V2	42,75

Tableau 24 : Analyse de la variance du rendement réel

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	632,875	31	20,415				
VAR.DENSITE 1	400,125	3	133,375	17,547	0,00001		
VAR.VARIETE 2	24,5	1	24,5	3,223	0,05372		
VAR.INTER F1*2	5,25	3	1,75	0,23	0,87482		
VAR.BLOCS	43,375	3	14,458	1,902	0,1591		
VAR.RESIDUELLE 1	159,625	21	7,601			2,757	7,39%

Essai date 3 : 5 janvier 2017

Tableau 25 : Densités moyennes de plants par m² à la levée

Traitement	Nombre de plant/m ²
d1V1	195,25
d2V1	224,75
d3V1	234,5
d4V1	243,75
d1V2	194,25
d2V2	199
d3V2	243,25
d4V2	274,5

Tableau 26 : Analyse de la variance du nombre de plant/m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	29644,21	31	956,265				
VAR.DENSITE 1	19512,09	3	6504,03	32,507	0		
VAR.VARIETE 2	81,277	1	81,277	0,406	0,53755		
VAR.INTER F1*2	3291,098	3	1097,033	5,483	0,10615		
VAR.BLOCS	2558,09	3	852,697	4,262	0,0168		
VAR.RESIDUELLE 1	4201,66	21	200,079			14,145	6,25%

Tableau 27 : Densités moyennes du nombre d'épis par m²

Traitement	Nombre d'épis/m ²
d1V1	301,75
d2V1	470
d3V1	325
d4V1	360
d1V2	375
d2V2	393
d3V2	435
d4V2	365

Tableau 28 : Analyse de la variance du nombre d'épis par m²

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	85224,72	31	2749,185				
VAR.DENSITE 1	37412,84	3	12470,95	308,049	0		
VAR.VARIETE 2	6188,273	1	6188,273	152,859	0		
VAR.INTER F1*2	40650,85	3	13550,28	334,71	0,4255		
VAR.BLOCS	122,594	3	40,865	1,009	0,40953		
VAR.RESIDUELLE 1	850,156	21	40,484			6,363	1,68%

Tableau 29 : Nombre moyen de grains par épi

Traitement	Nombre de grains par épi
d1V1	40,75
d2V1	42,75
d3V1	42,75
d4V1	44,75
d1V2	41,25
d2V2	42,75
d3V2	42,75
d4V2	46

Tableau 30 : Analyse de la variance du nombre de grains par épi

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	174,969	31	5,644				
VAR.DENSITE 1	78,094	3	26,031	7,298	0,00162		
VAR.VARIETE 2	1,531	1	1,531	0,429	0,5262		
VAR.INTER F1*2	2,094	3	0,698	0,196	0,89814		
VAR.BLOCS	18,344	3	6,115	1,714	0,19368		
VAR.RESIDUELLE 1	74,906	21	3,567			1,889	4,40%

Tableau 31 : Poids moyen de milles grains (g)

Traitement	PMG
d1V1	40,75
d2V1	42,25
d3V1	44,5
d4V1	45,5
d1V2	41,75
d2V2	43,5
d3V2	46,5
d4V2	49,25

Tableau 32 : Analyse de la variance du poids de mille grains

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	308	31	9,935				
VAR.DENSITE 1	177,75	3	59,25	17,341	0,00001		
VAR.VARIETE 2	32	1	32	9,366	0,00586		
VAR.INTER F1*2	9,25	3	3,083	0,902	0,45848		
VAR.BLOCS	17,25	3	5,75	1,683	0,20017		
VAR.RESIDUELLE 1	71,75	21	3,417			1,848	4,18%

Tableau 33 : Rendement estimé (q/a)

Traitement	Rendement estimé (q/ha)
d1V1	50,09
d2V1	84,93
d3V1	61,78
d4V1	73,28
d1V2	64,57
d2V2	73,32
d3V2	86,57
d4V2	82,72

Tableau 34 : Analyse de la variance du rendement estimé

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5340,897	31	172,287				
VAR.DENSITE 1	2452,049	3	817,35	26,319	0		
VAR.VARIETE 2	688,162	1	688,162	22,159	0,00015		
VAR.INTER F1*2	1408,288	3	469,429	15,116	0,25157		
VAR.BLOCS	140,237	3	46,746	1,505	0,24157		
VAR.RESIDUELLE 1	652,162	21	31,055			5,573	7,72%

Tableau 35 : Rendement réel (q/a)

Traitement	Rendement réel (q/ha)
d1V1	29,25
d2V1	33,25
d3V1	34,25
d4V1	38,25
d1V2	31,25
d2V2	35,5
d3V2	37,25
d4V2	40,75

Tableau 36 : Analyse de la variance du rendement réel

Source de variation	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	506,969	31	16,354				
VAR.DENSITE 1	350,094	3	116,698	40,908	0		
VAR.VARIETE 2	47,531	1	47,531	16,662	0,00059		
VAR.INTER F1*2	1,094	3	0,365	0,128	0,94169		
VAR.BLOCS	48,344	3	16,115	5,649	0,00541		
VAR.RESIDUELLE 1	59,906	21	2,853			1,689	4,83%