

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N°: 71/DSA/2022



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique
Par: KARA Mabrouk
GUENIFI Oussama
GHOMID Yassine

Intitulé

**L'EFFET DU SEMIS DIRECT SUR LA CULTURE DE
LA CAMLINE (*CAMELINA SATIVA* CRANTZ L.)
DANS LA REGION DE SETIF.**

Soutenu devant le jury composé de :

M. HADJ KOUIDER Boubakr MCA Université Med BOUDIAF- M'SILA Président
M. BENNIOU Ramdane Prof Université Med BOUDIAF - M'SILA Rapporteur
M. SAAD Ahmed MAA Université Med BOUDIAF- M'SILA Examineur

Année Universitaire : 2021 /2022

REMERCIEMENT

On remercie Dieu tout puissant pour nous avoir donné la santé d'accomplir ce modeste travail.

*Au terme de ce travail, on remercie vivement notre promoteur Dr **BENNIUO Ramdane**, professeur agronome dans le département d'agronomie, qui nous a orienté pour la réalisation de ce travail, nous tenons à lui exprimer notre profond respect. Merci pour les le niveau pédagogique et les qualités humaines, qui sont pour nous des qualités et un modèle d'un meneur d'homme. Votre gentillesse, votre compétence et vos conseils précieux ont toujours suscité notre grand respect.*

Nous voulons simplement vous dire Merci.

Nos remerciement vont également à :

*Docteur **HADJ KOUIDER Boubakr**, maitre de conférences au département d'agronomie, pour l'honneur qu'il nous a fait en présidant ce jury.*

*Docteur **SAAD Ahmed**, maître de conférences au département d'agronomie, qui a bien voulu accepter d'examiner notre modeste travail.*

Mr Benatia Mohamed Seddik, doctorant à l'université de Sétif 1, pour tout ce qui a fait pour nous. Pour ses précieux conseils dans le travail du terrain et pour ses encouragements et pour ses qualités humaines.

*Egalement mes remerciements vont au Docteur **HANNACHI Abderrahmane**, le responsable de l'INRAA, unité de Sétif, responsable du projet Prima.*

A nos collègues.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont encouragés et qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.

DÉDICACE

Nous dédions ce modeste travail...

** A nos chers parents*

** A tous nos familles*

** A toutes nos meilleurs amis.*

** A tous nos collègues.*

** A tous nos proches et à tous ceux qui nous connaissent*

** A tous les professeurs sans exception qui nous ont bien guidés au cours de notre cursus universitaire.*

** A tout ce qui nous ont encouragé afin d'achever notre travail*

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Chapitre I. Etude Bibliographique

I.1. Techniques culturale du travail de sol	01
a. Définition	01
a1. Travail primaire (travail profond)	01
a2. Travail secondaire (recroisement)	02
a3. Préparation de lit de semence	02
b. Avantages et inconvénients de travail conventionnel	02
b.1. Avantages	03
b.2. Les inconvénients	03
I.1.2. Techniques de travail simplifié (TCS) ou travail minimum	03
A. Définition	04
B. Avantages et inconvénients de travail minimum	04
B.1. Avantages	04
B.1.1. Avantages agronomiques	04
B.1.2. Avantages économiques	05
B.2. Inconvénients	06
B.2.1. Inconvénients agronomiques	06
B.2.2. Inconvénients économiques	06
I.1.3 Semis direct	06
Généralité	07
a. Définition	07
a.1. Objectif du semis direct	08
a.2. Système de semis direct en Algérie	08
a.2.1. Evolution du semis direct en Algérie	08
b. Avantage et limites de semis direct	09
b.1 Avantage de semis direct	09
b.1.1. Effets sur la vie biologique du sol	09
b.1.2. Économisez en charges et en temps de travail	10
b.1.3. Effets de semis direct sur l'environnement	11
b.1.4. Semis direct et baisse des coûts	11
b.1.5. Effets de semis direct sur la productivité	11
b.2. Les inconvénients de semis direct	11
b.2.1. Les sols de semis directs se réchauffent moins vite	11
I.2 Etude de la plante de cameline: <i>Camelinasativa L. Crantz</i>	12

I.2.1 Présentation de l'espèce	12
a. Classification botanique	12
b. Taxonomies et génétique	13
c. Position taxonomique (USDA, NRCS 2010)	13
d. Caractéristiques morphologiques de l'espèce	13
I.2.2 Cycle végétatif de la cameline	15
I.2.3 Exigences pédoclimatiques de la cameline	16
I.2.4 Maladies et ennemis de la cameline	16
I.2.5 L'utilisation de la cameline	17
a. Agroalimentaire	17
b. Industriels	17
b.1. Bio-carburants aéronautique	17
b.2. Santé	18
b.3. Cosmétique	18
b.4. Autres usages	18
I.2.6. Quelques éléments sur la composition de l'huile et du tourteau de cameline	19

Chapitre II. Etude Expérimentale

2.1. Présentation de site expérimental	21
2.1.1. Conditions climatiques	22
2.1.1.1. Pluviométrie	23
2.1.1.2. Température	24
2.1.2. Précédent cultural et l'état de la parcelle	25
2.1.3. Caractéristiques physico-chimiques du sol	25
2.2. Matériels et méthode	25
2.2.1. Matériel végétal	25
2.2.2. Matériel de travail du sol et de semis	26
2.2.2.1 Les outils utilisés en travail conventionnel (TC)	26
2.2.2.2 Les outils utilisés en travail cultural simplifié (TCS)	26
2.2.2.3 Les outils utilisés en semis direct (SD)	26
2.2.3. Dispositif expérimental et semis	27
2.3. Notations effectuées	29
2.3.1. Suivi de l'humidité du sol	29
2.3.1.1. Méthode de prélèvement	29
2.3.1.2. Méthode d'analyse	30
2.3.2. Peuplement (nombre de plants/ m ²)	30
2.3.2.1. A la levée des plantes	30
2.3.2.2. A la sortie d'hiver	31
2.3.3. Couverture végétale	31
2.3.4. Hauteur et nombre de ramifications de plante de la cameline	31
2.3.5. Longueur des racines	32

2.3.6. L'humidité des siliques	32
2.3.7. Poids de la matière sèche	33
2.4. Composantes du rendement	33
2.5. Analyse de la variance	34
<i>Chapitre II. Résultats et discussion</i>	
3.1. Evolution du taux d'humidité	35
3.2. Peuplement (plants/m ²)	36
3.3. Taux de couverture végétale	39
3.4. Hauteur de la plante de cameline	41
3.5. Longueur des racines	43
3.6. L'humidité des siliques	45
3.7. Poids de la matière sèche (biomasse aérienne produite)	46
3.8. Composantes du rendement	47
3.8.1. Ramifications de la plante de la cameline	47
3.8.2. Nombre de siliques par plante	50
3.8.3. Nombre de grains par silique	52
3.8.4. Poids de milles grains	54
3.8.5. Rendement en grains	55
3.8.6. Rendement en paille	57
3.8.7. L'indice de récolte (IR)	59
	62
Conclusion	
	64
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

AC: Agriculture de Conservation.

BRF: bios raméale fragmenté

CV: Coefficient de Variation.

DS: la dose de semis

DT: la date de semis

FAO: Food and Agriculture Organization.

GES: gaz à effet de serre.

H: Humidité.

Ha: hectare.

INRAA: Institut national de recherche agronomique d'Algérie

IR: l'indice récolte

ITMAS: Institut Technologique Moyens Agricole Spécialisé

NGS: nombre de grain par silique

PMG: pois de mille grains

RDTT: rendement en grain réel

SD: semis direct

TC: travail conventionnelle

TCS: technique cultural simplifiée

Liste des figures

	Page
Figure n° 1: Semoir à semis direct à disques.	10
Figure n° 2: Plante de cameline (<i>Camelina sativa</i>).	14
Figure n° 3: Cycle de développement de la plante de la cameline.	14
Figure n° 4: Diversité des débouchés de l'huile, du tourteau et des résidus du culture de la cameline.	19
Figure n° 5: Situation géographique de site expérimentale. (Source carte état major n°93).	21
Figure n° 6: Image satellitaire de site expérimentale. (GoogleMaps, 2022).	22
Figure n° 7: Précipitations moyennes mensuelles de la région de Sétif (campagne agricole 2021/22)(U :mm)	23
Figure n° 8: Variation des températures moyennes mensuelles de la région de Sétif.	24
Figure n° 9: Semoir de semis direct..	26
Figure n° 10: le dispositif expérimental adopté sur le site.	28
Figure n° 11: Schéma de dispositif expérimental..	28
Figure n° 12: Mesure de l'humidité du sol.	29
Figure n° 13: Comptage de pieds levés en mètre linéaire.	30
Figure n° 14: Comptage de pieds levés en mètre linéaire à la sortie d'hiver	31
Figure n° 15: Mesure de l'humidité des siliques.	33
Figure n° 16: Mesure de la biomasse aérienne..	33
Figure n° 17: Evolution de l'humidité du sol (H%) dans la profondeur 0-20 cm.	36
Figure n° 18: Evolution de l'humidité du sol (H%) dans la profondeur 20-40 cm.	36
Figure n° 19.a: Nombre de plants levés par m ² sous l'effet Technique culturale.	37
Figure n° 19.b: Nombre de plants levés par m ² sous l'effet date de semis.	37
Figure n° 19.c: Nombre de plants levés par m ² sous l'effet dose de semis.	37
Figure n° 20: Nombre de plantes levées/ m ² sous l'effet de l'interaction (Technique culturale x date de semis x dose de semis).	38
Figure n° 21.a: Taux de couverture végétale sous l'effet Technique culturale de semis.	39
Figure n° 21.b: Taux de couverture végétale sous l'effet date de semis.	39
Figure n° 21.c: Taux de couverture végétale sous l'effet dose de semis.	39
Figure n° 22.: Taux de couverture végétale sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	41
Figure n° 23.a: Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet Technique culturale.	42
Figure n° 23.b: Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet date de semis.	42
Figure n° 23.c: Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet dose de semis.	42
Figure n°24: Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	42
Figure n°25.a: Longueur des racines sous l'effet Technique culturale.	44
Figure n°25.b: Longueur des racines sous l'effet date de semis.	44
Figure n°25.c: Longueur des racines sous l'effet dose de semis.	44
Figure n°26: Longueurs des racines de la plante de cameline (cm), sous l'effet de l'interaction (Technique culturale □ date de semis □ dose de semis).	44
Figure n° 27: Humidité des siliques, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale □ date de semis □ dose de semis).	45
Figure n° 28.a: Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet Technique culturale.	46
Figure n° 28.b: Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet date de semis.	46
Figure n° 28.c: Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet dose de semis.	46

Figure n° 29: Biomasse aérienne produit à la récolte, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, ate de semis et dose de semis).	47
Figure n° 30.a: Nombre des rameaux sous l'effet Technique culturale.	48
Figure n° 30.b: Nombre des rameaux sous l'effet date de semis.	48
Figure n° 30.c: Nombre des rameaux sous l'effet dose de semis.	48
Figure n° 31: Nombre des rameaux, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	49
Figure n° 32.a: Nombre de silique par plante sous l'effet Technique culturale.	50
Figure n° 32.b: Nombre de silique par plante sous l'effet date de semis..	50
Figure n° 32.c: Nombre silique par plante sous l'effet dose de semis.	50
Figure n° 33: Nombre de silique par plante, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	51
Figure n° 34.a: Nombre de grains/silique par plante sous l'effet Technique culturale.	52
Figure n° 34.b: Nombre de grains/silique sous l'effet date de semis..	52
Figure n° 34.c: Nombre grains/silique sous l'effet dose de semis.	52
Figure n° 35: Nombre grains/silique sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	53
Figure n° 36.a: Poids de mille grains sous l'effet date de Technique culturale.	54
Figure n° 36.B: Poids de mille grains sous l'effet date de semis.	54
Figure n° 36.C: Poids de mille grains sous l'effet dose de semis.	54
Figure n° 37: Poids de mille grains sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).	55
Figure n° 38.a: Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet Technique culturale.	56
Figure n° 38.b: Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet date de semis.	56
Figure n° 38.c: Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet l'effet dose de semis.	56
Figure n° 39: Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date et dose de semis).	57
Figure n° 40.a: Rendement en paille (q/ha) sous l'effet Technique culturale.	58
Figure n° 40.b: Rendement en paille (q/ha) sous l'effet date de semis..	58
Figure n° 40.c: Rendement en paille (q/ha) sous l'effet dose de semis..	58
Figure n° 41: Rendement en paille (q/ha) sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date et dose de semis).	59
Figure n° 42.a: Indice de récolte sous l'effet Technique culturale..	60
Figure n° 42.b: Indice de récolte sous l'effet date de semis..	60
Figure n° 42.c: Indice de récolte sous l'effet dose de semis.	60
Figure n° 43: Indice de récolte sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date et dose de semis).	61

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1: Composition de l'huile de cameline en comparaison avec trois autres oléagineuses (le colza, le lin et le palmier à huile).	20
Tableau 2: Répartition mensuelle des précipitations enregistrées durant la campagne agricole 2021/2022 dans la région de Sétif (mm). (Ogimet).	23
Tableau 3: les températures moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2021/2022 dans la région de Sétif (mm).	24
Tableau 4: dates et doses de semis appliqués.	25
Tableau 5: Analyse de la variance de la moyenne de nombre de plantes levées/ m ² pour la cameline.	38
Tableau 6: Analyse de la variance du taux de couverture végétale moyenne de la plante de cameline	41
Tableau 7: Analyse de la variance de la hauteur de la plante de la cameline.	43
Tableau 8: Analyse de la variance de la hauteur de la plante de la cameline.	45
Tableau 9: Analyse de la variance pour la biomasse aérienne réalisée à la récolte de la culture de la cameline.	47
Tableau 10: Analyse de la variance du nombre de ramifications de la plante de la cameline.	49
Tableau 11: Analyse de la variance du nombre de siliques par plante chez la cameline.	51
Tableau 12: Analyse de la variance du nombre de grains par silique de la plante de cameline.	53
Tableau 13: Analyse de la variance du poids de mille grains de la plante de cameline.	55
Tableau 14: Analyse de la variance rendement en grains réel (RDTT, q/ha) de la plante de cameline.	57
Tableau 15: Analyse de la variance de rendement en paille (q/ ha) de la plante de cameline.	59
Tableau 16: Analyse de la variance de l'indice de récolte de la culture de la cameline..	61

Introduction

La cameline (*Camelina sativa L.Crantz*) est une plante herbacée annuelle oléagineuse à potentiel productif en zone déficitaire en eau (Sintim et *al.*, 2016). Par ailleurs, elle est renommée comme plante de couverture du sol, en revanche très utile dans le management des sols et donc utile en agriculture dite régénératrice. Dès lors, dans le contexte de sécurité alimentaire, elle peut se conquérir une place prépondérante. En effet, elle se distingue par ses caractéristiques d'adaptation au milieu où régit un manque d'eau, aux sols moyennement fertiles, périodes d'avènement de fortes températures (Pousset, 2009). D'autre part, les graines de cameline (*Camelina sativa L.Crantz*) contiennent de 30% d'huile (Toulemonde, 2010), à 33% (Rode, 2008). Sa production est appréciable, tenant compte des perspectives agricoles relevant une hausse de la consommation d'huiles végétales à près de 20 kg par habitant d'ici la fin de la période de projection de (2019-2028) (OCDE/FAO, 2019). D'où sa qualification de culture utile pour la recherche et un potentiel de culture oléagineuse (Robinson 1987).

La cameline (*Camelina sativa L.Crantz*) peut être considérée comme une culture orpheline de recherche, qui ne bénéficie pas d'un investissement continu ou régulier de la recherche (Andrivon et *al.*, 2017). La production de connaissance scientifique sur la cameline s'est assez classiquement organisée autour de quatre champs de recherche : les sciences du végétal et les applications en biotechnologie, l'agronomie, les sciences des procédés et les usages. La cameline a connu un regain d'intérêt en tant qu'espèce cultivée en raison de ses caractéristiques agronomiques et de ses multiples usages, elle est aussi considérée comme une plante « modèle » intéressante en biotechnologie.

L'eau et le sol sont considérés comme les facteurs les plus importants à préserver pour garantir une production continue dans un contexte d'une agriculture durable. L'irrégularité du climat et l'aridité rendent la ressource en eau de plus en plus rare ce qui nécessite un intérêt particulier qui vise l'utilisation de techniques qui nous permettent de préserver et d'économiser cette ressource. Le phénomène de dégradation du sol est présent dans les hauts plateaux et les hautes plaines, zones de pratique de la culture de cameline (*Camelina sativa L.Crantz*), dû à des facteurs: le déficit hydrique, les pratiques culturales inadaptées et la surexploitation des terres qui ne suivent plus l'évolution pédoclimatique du milieu. La technique du travail du sol classique avec labour a atteint ses limites de développement dans certaines régions. Les terres labourées sont sujettes à l'érosion et à la baisse de fertilité impliquant des dégradations physiques parfois

irréversibles. Pour limiter ce phénomène et raisonner avec le concept d'une agriculture durable, le recours aux techniques simplifiées et au semis direct serait le plus conseillé. La présente étude sur la comparaison des différentes techniques de travail du sol, programmée pour une longue durée, permet de discuter les conséquences des systèmes utilisant le non labour sur la production du cameline et sur l'évolution des caractéristiques du sol.

Dans ce contexte, notre travail s'inscrit dans ce courant de recherche, la conduite de cameline (*Camelina sativa L.Crantz*) concerne la quantification des effets de différentes pratiques culturales, notamment le semis direct, les technique culturales simplifiées et le travail conventionnel, sur le rendement ou la qualité des grains à la zone semi-aride ; à partir d'expérimentations factorielles réalisées en station expérimentale de l'Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) de Sétif.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Techniques culturale du travail de sol

I.1.1. Travail conventionnelle (TC)

a. Définition

Les techniques de travail du sol conventionnel définissent l'ensemble des itinéraires techniques avec labour. Ils sont parfois appelés travail du sol "intensif" où le travail du sol est réalisé avec une charrue à versoirs, pour faire référence à l'outil principal de travail du sol (Schubetzer *et al.*, 2007). De fait, le système conventionnel du travail du sol est caractérisé par un labour entre l'installation de deux cultures, créant un lit de semence avec des opérations de labour secondaire et préparation de lit de semence (Arnon, 1972).

Alors, le travail du sol occupe un lieu particulier, en raison de l'importance de son effet sur l'état de la parcelle cultivée ; la préparation du sol affecte en effet l'ensemble des composants physiques, chimiques et biologiques de l'état des sols cultivés. La préparation de lit de semence est réalisée en trois étapes :

ai. Travail primaire (travail profond)

Les labours profonds affectent l'ensemble de la couche travaillée sur une épaisseur de quelques dizaines de centimètres. Les objectifs sont multiples : destruction des adventices et des repoussés, enfouissement des résidus, des amendements, des engrais de fond ou des résidus phytosanitaires qui pourraient présenter un danger pour la culture suivante, amélioration de l'état structurel des horizons travaillés lorsque ceux-ci ont tassés lors de la culture précédente (Doré *et al.*, 2006). Trois types de charrues sont utilisées en Algérie (anonyme, 2010 in Mammeri et Salem, 2010).

- **Charrue balance**: utilisée autre fois pour le labour profond et sous solage, elle est consommatrice de temps et d'énergie.
- **Charrue à soc**: c'est encore la plus utilisée en grande culture, elle exige moins d'énergie ;
- **Charrue à disque**: c'est la charrue des sols secs, son utilisation répétée sur le même sol peut engendrer une semelle de labour.

a₂. Travail secondaire (recroisement)

Le travail secondaire dénommé reprise de labour ou pseudo labour a pour objectif d'ameublissement du sol sans retournement c'est-à-dire la réduction de la taille des mottes issues du labour. Pour réaliser le travail secondaire, on fait appel soit aux outils à disques et à dents ou à défaut à des outils animés, comme le cultivateur animé (Boisgontier, 1995).

a₃.Préparation de lit de semence

La préparation de lit de semence est la troisième et la dernière étape du travail conventionnel. Cette opération dont l'action est superficielle (dite aussi façon superficielle) est destinée à affiner la préparation de lit de semence. On distingue l'hersage et éventuellement le roulage. En général, l'hersage est pratiqué avant le semis tandis que le roulage est réalisé avant ou après le semis (Boisgontier, 1995).

b. Avantages et inconvénients de travail conventionnel

b.1. Avantages:

- Les principaux avantages du travail est qu'il permet un bon ameublissement du sol sur la profondeur travaillée; ce qui engendre une meilleure infiltration de l'eau dans le sol et un bon développement racinaire suit à l'amélioration de la porosité du sol (Aboudrare, 2009),

- Il permet l'enfouissement des semences des adventices, ce qui réduit l'infestation des cultures par celles-ci et diminue ainsi l'utilisation des herbicides chimiques et améliorer le rendement (Aboudrare, 2009),

- Débarrassé la parcelle des adventices, des parasites animaux ou végétaux et des résidus gênants de la culture suivante

- Facilite la mise en place et l'implantation des cultures en favorisant l'approvisionnement en eau, en améliorant la circulation de l'air dans le sol, en régulant la température et en bénéficiant des anomalies structurales comme le tassement et la battance.

- Enfouissement de la matière organique et favoriser des micro-organiques.

- Mélange des engrais chimiques et organiques du profile, et créer une structure légèrement motteuse surtout dans les sols limon – sableux (ChopartEtpitrot, 1996 in mémento de l'agronome,2009).

b.2. Les inconvénients :

- L'agriculture conventionnelle est accusée de la dégradation des ressources naturelles. Elle est à l'origine des problèmes de la pollution des eaux souterraines et de surface et la désertification, en plus des émissions de dioxyde de carbone vers l'atmosphère par oxydation de la matière organique (Friedrich et *al.*, 2011).
- Les terres laborieuses sont sujettes à l'érosion et à la baisse parfois de la fertilité impliquant des dégradations physiques parfois irréversibles (Abdellaoui et *al.*, 2011).
- L'assèchement de la faune du sol (vers de terre, lombric) en les exposants aux pesticides. En ne les incitant plus à remonter chaque nuit en surface, puisqu'ils trouvent la matière organique enfuie. Leur travail d'aération du sol est donc diminué ou interrompu. Leur diminution en biomasse, associée à la disparition de l'humus diminue rapidement et fortement la capacité du sol à s'infiltrer et retenir l'eau (Baghem, 2012).
- L'enfouissement des graines d'adventices diluées sur le problème sur une couche de 15 à 30 cm. Au bout de quelques années de travail successif, les plantes à graines très résistantes (essentiellement les dicotylédones) deviennent un problème insoluble, nécessitant un recours presque systématique à - des herbicides coûteux (2012 Abdelkader)
- Formation de la semelle de travail et la compaction du sol alimenté par les machines, un coût élevé et une lenteur dans la réalisation des travaux.

I.1.2. Techniques de travail simplifié (TCS) ou travail minimum

A. Définition

En agriculture, les techniques culturelles simplifiées (TCS) ou encore de Technique de conservation des sols sont des méthodes de travail limitant du sol. Les TCS ont été originellement développés en Amérique du sud où les méthodes classiques, importées par les colons européens, n'étaient pas adaptées aux conditions pédoclimatiques (interaction entre le climat et le sol). En effet, du fait de la chaleur et des pluies abondantes et fortes, le sol subit une minéralisation importante des éléments nutritifs qui sont ensuite lessivés. Les TCS ont été en premier lieu des découvertes pour le mal à cela. Cette technique consistant soit en la suppression de certaines opérations, en général le labour, au moins certaines années, soit en la combinaison de plusieurs opérations en un seul passage de tracteur (Aboudrare, 2009). Le système de travail simplifié du sol comprend un gradient continu allant de réduction du nombre de passages d'outils

aratoires jusqu'à l'élimination complète de toute action mécanique sur le sol. La manipulation du sol doit respecter la présence d'un paillis d'au moins 30 % de sol couvert et l'élimination de toute action de retournement ou mélange des horizons. Il s'agit surtout de l'utilisation d'outils à dents ou à lames, la situation extrême est le zéro labour ou appelé semis direct. Des recherches sont aujourd'hui en cours pour perfectionner ces techniques.

Les trois piliers des TCS sont : (i) l'absence de travail, (ii) l'utilisation systématique des couverts végétaux et (iii) des rotations de cultures performantes

Les TCS ne sont pas une doctrine, mais une réflexion afin d'inventer une agriculture rentable, durable et écologique. Ces techniques agricoles cherchent à valoriser la diversité des agro-éco-dispositifs pour proposer des solutions adaptées aux situations locales. L'activité biologique du sol est favorisée. Elle remplace en partie le travail de l'agriculture et l'énergie injectée dans le dispositif. Cette démarche est soutenue par la FAO.

B. Avantages et inconvénients de travail minimum

B.1. Avantages :

Le non-labour présente des avantages agronomiques et économiques. En outre, les TCS amènent les agriculteurs à repenser le sol comme un substrat vivant aux « équilibres fragiles » et non pas comme un simple support. Les agriculteurs trouvent fréquemment la satisfaction dans cette démarche.

B.1.1. Avantages agronomiques

La principale remise en cause a été celle du travail. Le travail profond découvert sous des climats tempérés, détruit l'humus, les complexes argilo-humique et facilite le lessivage des sols et peut rendre stériles des terrains entiers. Quelquefois on parle de «non labour» ou «culture sans labour» pour désigner les TCS. On s'est rendu compte que le labour perfectionne au départ les rendements mais qu'au fur et à mesure son efficacité diminue devient et indispensable de labourer de plus en plus profond. Le labour a pour conséquence d'augmenter l'érosion et de faire chuter les taux de matière organique du sol.

Les TCS limitent le lessivage et l'asphyxie des sols, et pour cette raison font partie des « bonnes pratiques agricoles » dans les milieux fragiles . L'intérêt, de ce point de vue, est moins ressenti dans les régions respectant les traditions de labour, où les phénomènes érosifs sont néanmoins

fréquents non négligeables. L'eau ruisselle moins et les nappes phréatiques se rechargent par conséquent mieux, il est arrivé de voir un retour au fonctionnement des sources asséchées après la mise en place de TCS .

Les TCS accompagnés d'un " paillis " (ou mélange) des résidus végétaux et de la terre et d'un enfouissement de ce paillis facilitent la lutte contre les mycotoxines en recréant dans la vie du sol une vie microbienne. Le sol redevient un éco-dispositif vivant et riche en matière organique (humus).

Le TCS agrandissent aussi les «fenêtres urbaines»: nécessitant moins de temps de travail, l'agriculteur a plus de sécurité pour réaliser son travail dans les conditions optimales.

Dans un contexte mondial de raréfaction de l'énergie et de réchauffement climatique, les TCS proposent une agriculture économe en énergie et en pétrole. Le TCS peut diminuer jusqu'à 40 % la consommation énergétique et le temps de travail des agriculteurs.

Le CO2 stocké dans le sol participe de manière importante à la réduction des gaz à effet de serre. L'objectif est de limiter au maximum l'apport d'intrants pour ne pas perturber la vie du sol. Ce qui aboutit aussi à limiter la pollution, la consommation énergétique (1 unité d'azote = 1 tonne de pétrole, 53 % de l'énergie fossile en agriculture sert pour la fabrication d'engrais !). Enfin la biodiversité bénéficie aussi de ces mesures.

Bien que la transition d'un dispositif conventionnel à un dispositif TCS puisse provoquer une invasion d'adventices et l'obligation d'utiliser des fortes doses d'herbicides, après quelques années les équilibres entre les auxiliaires(organismes utiles) et les ravageurs apparaissent et la consommation en pesticides et en engrais minéraux diminue fortement et passe en dessous des dispositifs conventionnels.

Les rendements en année de croisière peuvent être équivalents à un dispositif conventionnel.

B.1.2. Avantages économiques

Les TCS nécessitent moins de matériel agricole, par conséquent moins de capitaux et par conséquent moins d'énergie. Le prix de l'énergie s'annonce comme durablement à la hausse, réfléchit dès actuellement à des économies semble le bon sens, surcoût après la flambée des prix suite à la guerre en Ukraine.

B.2. Inconvénients

Le non-travail présente aussi des inconvénients qui peuvent souvent être maîtrisés par une bonne connaissance des techniques agronomiques.

B.2.1. Inconvénients agronomiques

La formation d'un "paillis" (mélange de terre et de débris végétaux) facilite les parasites et les maladies des plantes si le paillis est constitué à une mauvaise période ou enfoui superficiellement. En effet, le travail n'est pas uniquement une technique de préparation du sol pour l'enracinement du semis, il joue en particulier un rôle dans les contrôles des adventices. Le travail zéro se traduit quelquefois par une surconsommation de désherbant et limacide si l'agriculteur ne possède pas une excellente maîtrise des techniques de traitements phytosanitaires, mais des techniques de semis sur couverte de la culture antérieure existent qui permettent d'éviter le désherbage chimique.

La maîtrise des adventices et d'organismes indésirables tels que les limaces, est plus délicate qu'avec les techniques classiques. Dans les pays riches, pour cause de désherbage mécanique limité (coûts de main d'œuvre), la maîtrise des adventices est fréquemment principalement chimique. Au Brésil surtout on déplore une utilisation abusive de glyphosate (round-up) sur des dispositifs TCS en monoculture de soja génétiquement modifié. Ceci entraîne une forte pollution des sols et de l'eau.

Des grosses entreprises phytosanitaires poussent dans ce sens et y voient un intérêt commercial.

Le TCS implique surtout une bonne rotation. Il est presque impossible d'exploiter le sol en monoculture avec un travail réalisé en TCS. Cela aurait pour incidence de conserver les adventices et les parasites. Mais la monoculture quoique pratique n'est pas souhaitable au niveau agronomique, quel que soit le dispositif. Cependant, un apprentissage des techniques et un retour au bon fonctionnement du dispositif nécessitent quelques années et peuvent être légèrement délicats.

B.2.2. Inconvénients économiques

Ils supposent principalement des coûts de maîtrise des adventices et des parasites (surtout les limaces). Si l'agriculteur est étranger aux dernières technologies agricoles, les coûts de produits phytosanitaires peuvent devenir prohibitifs, ou le rendement peut en souffrir.

I.1.3 Semis direct

Généralité

Parmi les grands pays leaders en matière de semis direct, on cite: les Etats-Unis avec 22 millions d'ha, soit 20 % de la surface semée, le Brésil: 18 millions d'ha, soit 45 %, l'Argentine (13 millions d'ha, soit 50 % de la surface semée), l'Australie (9 millions d'ha, soit 35 % de la surface semée). Ces 4 pays cumulent 62 millions d'ha en semis direct pour un total, en 2003, de 70 millions d'ha dans le monde. Les techniques simplifiées et le semis direct sous couvert végétal ont fait de grands progrès de par le monde et même dans les pays méditerranéens, mais pas en Algérie. Il apparaît que ce système peut être un outil efficace à même de permettre une agriculture de conservation et ainsi assurer la durabilité et la préservation de l'environnement. Mais ceci ne peut se faire que si un programme de recherche adéquat sur les semis directs et orienté vers la diversification des systèmes de production est mis en place dans les zones de production céréalière. (Vadon et *al.*, 2006). Les résultats sont mal diffusés en milieu producteurs. L'encadrement et la participation des agriculteurs au programme de développement et leur engagement devrait assurer une large adoption du système dans les exploitations agricoles; ce qui n'est pas le cas. Cependant, la mise en œuvre d'un tel programme nécessite la vulgarisation et la diffusion des résultats de programme de recherche que pour le développement. Les agriculteurs auront besoin d'un soutien financier pour l'acquisition d'équipements spécifiques (Abdellaoui et Houssiné, 2006).

a. Définition:

Selon Mrabet (2001), le semis direct est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel les semences sont placées directement dans le sol qui n'est jamais travaillé. Dans ce système, les opérations se limitent à l'ensemencement de la culture sans travail du sol. Le non labour ou zéro labour est synonyme du semis direct dans le contexte de l'agriculture de conservation; qui est un nouveau mode d'exploitation des ressources naturelles du sol et de l'eau. Cette agriculture a été mondialement diffusée au nom du développement durable (Seguy et *al.*, 2001; Ares, 2006; Grosclaude et *al.*, 2009 ; El-Berahli, 2009; El-Brahli et *al.*, 2009, Serpantie, 2009). Les techniques culturales simplifiées et le semis direct sous couvert végétal apparaissent comme des alternatives à même de corriger l'impact négatif des systèmes de production adoptés par les agriculteurs. Ces techniques arrivent à mieux contrôler l'érosion,

stocker la matière organique, améliorer l'efficacité hydrique et restructurer le sol sous l'effet d'une meilleure activité biologique (Mrabet, 2000 ; Benniou, 2012). Son objectif est d'améliorer la capacité productive du sol en apportant des avantages qui concernent différents postes du système de production. Néanmoins, le semis direct nécessite quelques règles de mise en place et du matériel spécifique à l'instar du labour traditionnel. Le travail du sol est l'activité qui transforme le plus le comportement physique et chimique du milieu, car elle engendre des modifications sur la quasi-totalité des propriétés du sol : la porosité, la densité, la rétention en eau ou encore la répartition chimique des éléments.

a.1. Objectif du semis direct

L'objectif essentiel du semis direct est de conserver, d'améliorer et d'utiliser les ressources naturelles d'une façon plus efficace par la gestion intégrée du sol, de l'eau, des agents biologiques de et produits externes (Arnel, 2006). L'objectif final est de mettre en place une agriculture durable qui ne dégrade pas les ressources naturelles, sans renoncer pour autant à maintenir les niveaux de production (Atares, 2006 ; in Nadjem, 2012).

a.2. Système de semis direct en Algérie :

Les premiers essais en agriculture de conservation remontent à l'année 2004, plus précisément, après la tenue de deux rencontres méditerranéennes du semis direct à Tabarka en Tunisie (essai long de production de semences d'Oued Smar, Alger), et ce afin d'évaluer l'effet du mode de gestion du sol sur le comportement du blé et sur l'évolution de la du sol et la conservation en eau (Abdellaoui et Zaghouane et *al.*, 2011). C'est depuis 1990, que les premiers essais sur le système SD ont commencé, mais sa superficie demeure faible et elle n'atteint que 5.600 ha jusqu'au 2012.

a.2.1. Evolution du semis direct en Algérie

Pour parvenir à garantir une sécurité alimentaire durable, l'Algérie donne la priorité au développement agricole et rural en favorisant les investissements en amont du secteur agricole et l'utilisation des facteurs d'intensification afin d'améliorer les revenus en milieu rural (Zaghouan et *al.*,2006), Mais dans un écosystème déjà fragilisé par des conditions édaphiques et de changement climatique, le défi de la céréaliculture algérienne est double. Il doit permettre

l'augmentation de la production par l'amélioration des rendements et l'assurance d'une pérennité même de l'agriculture par la protection de l'environnement, (Kheyar et *al.*, 2007).

En 2002, l'introduction des techniques culturelles simplifiées chez les agriculteurs dans la région de Sétif avait pour objectif premier de limiter l'érosion des sols. Les résultats ont été très encouragés (Ziza., SD). Le développement de l'agriculture de conservation au cours de ces dernières années a été bien une réalité. 1.523 hectares ont été sous gestion d'agriculture de conservation dans huit wilayas du pays et en 2011, cette superficie a été élevée à 5.559 hectares, emblavés, en céréales et en légumineuse. En 2010, les résultats obtenus dans la wilaya de Sétif, qui a plus d'expérience en semis direct ont permis une bonne récolte des céréales, avec des rendements de 2,1 tonnes / ha en blés et 2,2 tonnes / ha en pois-chiche. Toutefois, les premières expériences à la wilaya de Constantine ont permis un rendement moyen de 2,5 tonnes/ha en céréales. Ces niveaux de rendement correspondent respectivement à un gain en céréales de 14 % et 11 % dans les régions de Constantine et Sétif et 120 % en pois chiche dans la région de Constantine (1,2 tonne/ha).

En 2011, au registre d'importants progrès, trois sur les 12 wilayas ont cumulé 88 % des réalisations: Oum-El-Bouaghi, 3.105 ha (56 %), Constantine, 1.109 ha (20 %) et Sétif, 663 hectares (12 %). Il est à noter que jusqu'à 2011, 16 mémoires de semis directs ont été soutenus dont les résultats ont été diffusés des fermes de l'État et quelques agriculteurs privés. Ce nombre est bien inférieur à la possibilité de mettre en place un plus vaste programme de techniques de semis directs dans les vastes zones agro-écologiques du pays (Zaghouan et Makhoulouf, 2011).

b. Avantage et limites de semis direct

b.1 Avantage de semis direct

b.1.1. Effets sur la vie biologique du sol

Le semis direct permet une accumulation en surface de résidus de récolte constituant un mulch qui modifie l'interface sol/atmosphère, le protégeant ainsi de l'érosion hydrique et/ou éolienne. Ces résidus forment aussi un microclimat qui tamponne les aléas climatiques : atténuation des variations de température du sol, limitation de l'évaporation et amélioration du bilan hydrique. La couverture du sol a un rôle important dans l'économie de l'eau en particulier dans les zones sèches. Elle réduit aussi la température ralentissant le taux de minéralisation de la matière organique. Le mulch va favoriser une forte activité biologique (macro et méso-faune ,

microfaune) dont l'effet sera l'amélioration du bilan organique (teneur en matière organique et en carbone), en qualité en carbone par un remaniement perpétuel des différents horizons. Ce remaniement biologique et l'utilisation des plantes avec un système racinaire profond et restructurant vont permettre l'amélioration physique et l'aération du profil culturel par l'entretien d'une forte macroporosité et la création d'une structure et des réserves en eau et en éléments accessibles aux cultures).

La couverture permanente limite la lixiviation en cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}) et anions (NO_3^-) et favorise le recyclage des éléments minéraux. A terme, ces évolutions conduisent à un état physique que l'on peut qualifier de "pseudo équilibre".

A noter que le semis direct permet aussi de valoriser des parcelles jugées impropres à l'agriculture car en pente ou avec une faible épaisseur de sol ; car il s'adapte parfaitement aux terres superficielles.



Figure n° 01 : Semoir à semis direct à disques

b.1.2.Économisez en charges et en temps de travail

Nous pouvons ajouter les avantages au niveau micro économique du semis direct qui sont indéniables: forte diminution d'intrants (carburant, usure des outils ...), gain de temps permettant une réduction des charges de personnel et réduction du «parc matériel» et souplesse dans les calendriers culturels.

b.1.3. Effets de semis direct sur l'environnement

Le semis direct permet de protéger les sols contre une érosion directe par l'eau et le vent, car il reste toujours une couverture protectrice de résidus. Ce qui permet, au bout de quelques années de pratique, d'avoir une amélioration de l'activité biologique du sol, et donc de sa richesse.

b.1.4. Semis direct et baisse des coûts

Cette technique culturelle nécessite moins de matériel et réduit la main d'œuvre et l'énergie nécessaire pour réaliser les semis. Parallèlement, cela réduit également les coûts d'entretien liés à l'entretien des machines. En effet, en technique conventionnelle, l'agriculteur aura des dépenses liées au changement des pièces d'usure.

b.1.5. Effets de semis direct sur la productivité

La technique culturale de semis direct aura de bons rendements pour les sols: -ni humide, ni froids, - non compacts, - dont les problèmes de drainage et de nivellement ont été corrigés, - dont la fertilité est équilibrée et où il n'y a pas de carence minérale, qui présente une bonne réparation des résidus

Cependant, la technique des semis directs n'est pas adaptée pour tous les sols, ni pour toutes les cultures.

b.2. Les inconvénients de semis direct

b.2.1. Les sols de semis directs se réchauffent moins vite

En raison de la présence de résidus sur le sol, nécessaire pour la semence. Cette remarque est vraie principalement lors de la première année de semis direct et l'année suivante, car le sol n'est pas labouré ou la transition vers le semis direct n'a pas été bien préparée. Le sol reste froid, car l'infiltration d'eau dans un champ mal travaillé sera beaucoup plus longue que prévue. Cette infiltration s'améliorera au bout de plusieurs années de pratique de semis directs. L'autre conséquence des semis directs, en plus du refroidissement du sol, est son assèchement plus lent également. On peut observer que les premières années de transitions ne permettent pas de produire un bon rendement, car il faut préparer son sol à une nouvelle méthode de semence. Il est donc important de vérifier le pH de la terre, sa fertilité, son nivellement et son drainage. Il

y a donc des impératifs à prévoir avant de se lancer. Il est également très important de vérifier le compactage du sol qui a été semé directement avant de faire ses épandages. Il est nécessaire de bien gérer les résidus de culture et d'apprendre à vivre avec car c'est une condition essentielle pour un bon semis direct.

- Le système de semis direct ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des adventices (Mrabet et Moussadek, 2012).
- La pratique du semis direct requiert une technicité spécifique, nécessitant une période de transition à la fois pour le sol et pour l'agriculteur (Mrabet et Moussadek, 2012).

I.2 Etude de la plante de cameline: *Camelinasativa* L Crantz

I.2.1 Présentation de l'espèce

La cameline (*Camelinasativa* L Crantz), appelée aussi lin bâtard ou sésame d'Allemagne, est une plante herbacée annuelle de la famille des Brassicacées ou des Crucifères (Zubre, 1997), origine d'Europe du nord et d'Asie. Cultivée depuis près de 4000 ans, elle a été progressivement tombée en désuétude, dans le courant du XIX^{ème} siècle sans doute du fait de ces rendements moindres que ceux d'autres cultures oléagineuses comme le Colza. Depuis la fin des années 1990, on observe un regain d'intérêt pour cette culture, justifié par ses caractéristiques agronomiques et industrielles intéressantes (Putnam et al. 1993; Bonjean et Goffic, 1999 ; Zanetti et al; 2013).

a. Classification botanique

- **Nom scientifique:** *Camelina sativa* (L.) Crantz
- **Famille:** des Brassicacées, ou Crucifères.
- **Noms communs:** les noms communs suivants peuvent désigner le *Camelina sativa* : la caméline cultivée, la caméline de l'Ouest, la caméline faux-lin, la caméline ciliée, le faux-lin, le faux-lin de l'Ouest, le lin bâtard, le petit lin, sésame bâtard, sésame d'Allemagne, gold-of-pleasure, false flax, big-seed false flax, large-seeded false flax, Dutch flax, western false flax, wildflax. A Royaume-Uni: Germansesame, linseedodder, Leindotter, camelina et camelinapilosa (Putnam et al. 1993; Darbyshire 2003; Francis et Warwick 2009; USDA, ARS 2011).

b. Taxonomies et génétique

Le genre *Camelina* appartient à la tribu des Camélinées, de la famille des Brassicacées. Outre le genre *Camelina*, la tribu des Camélinées comprend entre autres la plante-modèle *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. ainsi que l'adventice *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

La cartographie génétique du *C. sativa* semble indiquer que son génome a une structure polyploïdy ou dupliquée (Gehring et *al.*, 2006, Galasso et *al.*, 2010). D'ailleurs, la caractérisation de deux gènes intervenant dans la synthèse des acides gras laisse supposer qu'il s'agit d'un génome hexaploïde (Hutcheon et *al.*, 2010). Les nombres chromosomiques $n = 6$, $n = 14$, $2n = 12$, $2n = 26$ et $2n = 40$ ont été signalés pour l'espèce, mais le nombre $2n = 40$ est le plus communément mentionné (Warwick et *al.*, 1999; Mulligan 2002; Gehring et *al.*, 2006).

c. Position taxonomique (USDA, NRCS 2010)

- Règne: Plantes (règne végétal);
- Sous-règne: Trachéobiontes (plantes vasculaires);
- Super-embranchement: Spermatophytes (plantes à graines);
- Embranchement: Magnoliophytes (plantes à fleurs);
- Classe: Magnoliopsides (dicotylédones);
- Sous-classe: Dilléniidées;
- Ordre: Capparales;
- Famille: Brassicacées (crucifères);
- Tribu: Camélinées;
- Genre: *Camelina* Crantz (camélines);
- Espèce: *Camelina sativa* (L.) Crantz (caméline cultivée);

d. Caractéristiques morphologiques de l'espèce

La *Camelina sativa* est une plante herbacée annuelle ou annuelle d'hiver produisant une racine pivot.

La plante est dressée et atteint normalement une hauteur de 30 à 90 cm (Putnam et *al.*, 1993; Francis et Warwick, 2009). Les feuilles basilaires, disposées en rosette, ne sont pas

lobées et sont déjà flétries au moment de la floraison (Francis et Warwick 2009). Les feuilles caulinaires sont alternes, lancéolées, prennent la forme de flèche (Fleenor, 2011). Elles mesurent normalement 2 à 8 cm de long et 2 à 10 mm de large et peuvent être glabres ou porter quelques poils (Francis et Warwick 2009).

La tige est simple, généralement ramifiée sur sa partie supérieure, et elle devient ligneuse à mesure que la plante arrive à maturité (Obour et *al.*, 2015). La tige peut être glabre ou présenter une pubescence clairsemée (Putnam et al., 1993; Francis et Warwick 2009).

Les fleurs sont petites, jaune pâle ou jaune verdâtre. Les quatre pétales sont spatulés, longs de 4 à 5 mm. Les quatre sépales sont dressés. Les six étamines sont réparties en trois paires de longueur inégale (Francis et Warwick 2009). Les fleurs sont réunies en grappes denses terminales dépourvues de bractées (Francis et Warwick 2009).

Les fruits sont des gousses en forme de poires, appelée silicules dont l'extrémité est de forme carrée (Klinckenberg, 2008). Les silicules sont piriformes, glabres, longues de 7 à 9 mm, leur couleur apparaît vert au jaune-rougeâtre lors la maturation. Le nombre de silicules est de 60 à 115 silicules par plante. Chaque silique peut contenir 10 à 20 petites graines. Les graines sont petites, brun-jaune pâle, généralement longues de 2 à 3 mm, (Francis et Warwick 2009).



Figure n° 2 : Plante de cameline (*Camelina sativa*)

I.2.2 Cycle végétatif de la cameline

Du point de vue agronomique, la cameline se caractérise par un cycle de développement court, environ 1100 à 1200 °Cj en température de base 5°C (Gesch.2014). De manière générale, la *Camelina sativa* se rencontre dans les prairies naturelles, les bois clairs et les champs de céréales, de lin ou de luzerne, au bord des lacs, des routes et des chemins de fer, dans les terrains vagues et près des silos à grain (Warwick et *al.*, 1999; Mulligan, 2002). La plante a une croissance optimale dans les steppes ou prairies des zones à climat froid et semi-aride (Francis et Warwick, 2009).

La plupart des types de sols lui conviennent (Porcher 1863; Anderson et Olsson 1950; Gugel et Falk, 2006). Elle est analogue au colza; le cycle de développement de la cameline comporte six phases: l'émergence, le stade rosette, l'élongation, la floraison, le remplissage des grains et la maturité du grains (Figure n°3), (Martinelli et Galasso, 2011.).

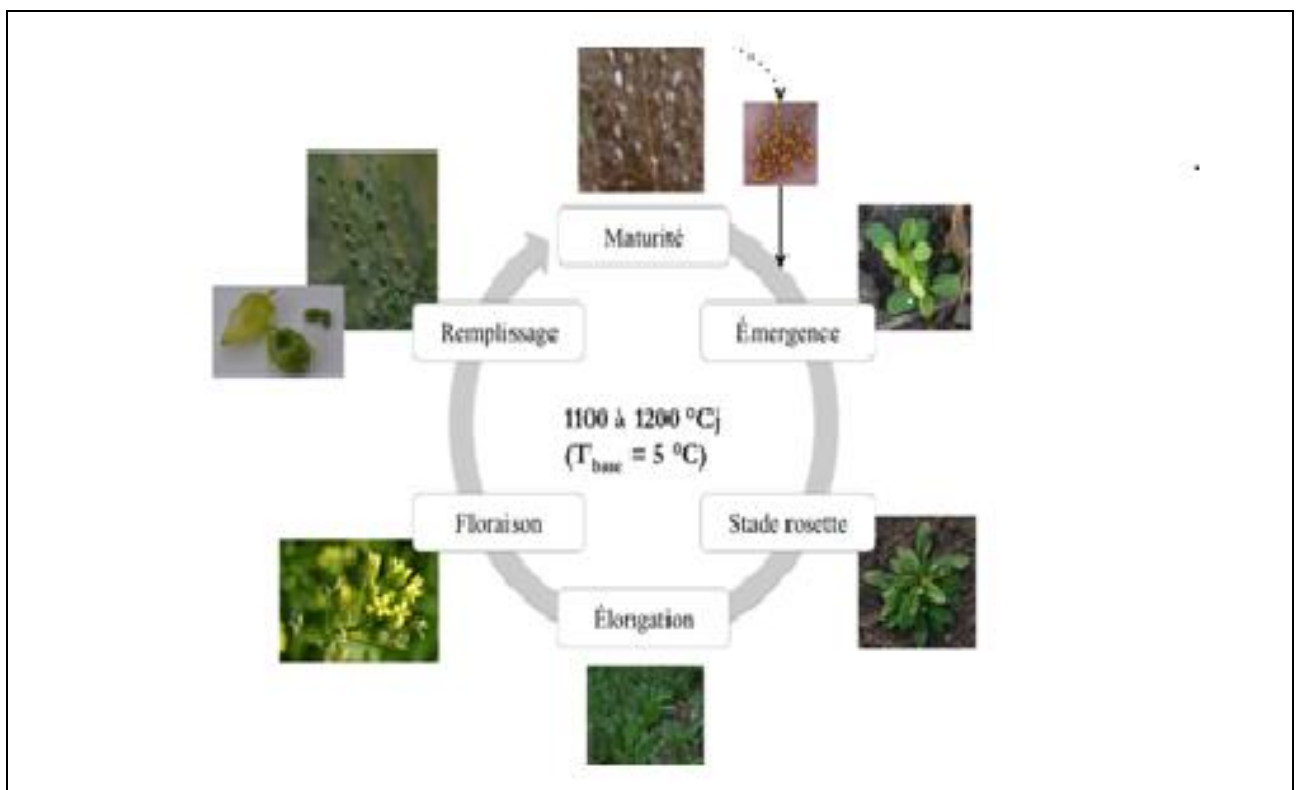


Figure n° 3 : Cycle de développement de la plante de la cameline.

I.2.3 Exigences pédoclimatiques de la cameline

La cameline pousse généralement bien lorsqu'elle est cultivée dans des terres peu productives (Putnam et al., 1993;Gehring et al., 2006; Ehrensing et Guy, 2008). La culture de la cameline peut tolérer une certaine sécheresse (Zubr, 1997;Gugel et Falk, 2006; Francis et Warwick, 2009), mais une sécheresse prononcée peut lui nuire, particulièrement si la sécheresse survient à un stade de développement de la plante où celle-ci est vulnérable, comme durant la floraison (Vollmann et al., 1996). La cameline a une certaine tolérance au froid, puisque ses graines peuvent germer à basse température et que les plantules peuvent tolérer le gel (Putnam et al., 1993;Ehrensing et Guy, 2008).Cependant, plusieurs aspects de cette tolérance restent à préciser. Dans le cas de certaines variétés, on a observé des plantules pouvant survivre sans dommage à des températures aussi basses que $- 11^{\circ}\text{C}$ (Ehrensing et Guy, 2008).

L'étude de divers paramètres de croissance de la cameline et du canola (*Brassic napus* L.) dans des milieux présentant divers degrés de salinité a révélé que la cameline ne donne pas d'aussi bons résultats que le canola si le sol est modérément à fortement salin (Stepphuhn et al., 2010).Cependant, comme cette étude portait sur une seule variété de cameline, il est possible que d'autres variétés tolèrent mieux la salinité.

La cameline est souvent présentée comme une culture rustique en raison de sa tolérance à la sécheresse et aux basses températures (Hunsaker et al., 2011 ; Schillinger et al., 2012).En 2011, Hunsaker et al., ont estimé des besoins en eau de la cameline compris entre 332 et 371 mm en Arizona, ce qui correspond à la moitié des besoins en eau pour produire des légumes dans cette même région. Schillinger et al., (2012) mentionnent un taux de survie de plus de 70 % de la cameline (au stade deux feuilles) après une exposition de 8h à $- 23^{\circ}\text{C}$.

I.2.4 Maladies et ennemis de la cameline

La cameline est également résistante à certaines maladies commune des Brassicacées(par exemple l'alernariose, causée par *Alternaria brassicae*, ou la nécrose du collet causée par *Leptosphaeri amaculans*). Il existe également des génotypes résistants au sclérotinia (causée par *Sclerotinia Sclerotinim*) ou au mildiou (causée par *Peronospora parasitica*) (Séguin-Swartz et al., 2009).

La cameline semble présenter une certaine résistance aux principaux ravageurs spécialistes des crucifères, comme les Altises (*Phyllotretasp.*) (Coleoptera ; Chrysomelidae ;

Alticinae), la mouche du chou (*Delia* sp.) ou les charançons (*Ceutorhynchus assimilis*), qui pourrait s'expliquer par sa composition en glucosinolates (Soroka et al., 2015 et 2017).

I.2.5 L'utilisation de la cameline

On peut trouver plusieurs utilisations de la plante cameline

a. Agroalimentaire :

La cameline en agriculture, est utilisée en tant qu'engrais vert. La cameline est également une excellente plante accompagnatrice : elle limite la verse par un effet tuteur et offre une excellente concurrence aux adventices. C'est également une plante mellifère qui attire un grand nombre d'insectes pollinisateurs.

La caméline était cultivée comme source de nourriture pour les humains et les animaux. L'huile et le tourteau de cameline peuvent être utilisés comme ingrédients dans les régimes alimentaires du bétail (Taranu et al., 2014), tandis que les tiges ont été exploitées pour leurs fibres (Francis et Warwick 2009). L'ajout de la farine de cameline est utilisée à l'alimentation des lapins.

Plusieurs études ont montré que le tourteau de caméline pourrait entrer dans la composition d'aliments pour les poulets de chair, les poules pondeuses, les bovins laitiers et de boucherie ainsi que certains poissons. La présence d'une teneur élevée en acide gras insaturés et d'un rapport oméga-3/oméga-6 plus élevé fait de la cameline un aliment de choix. Oméga-6 fait de l'huile de cameline une huile comestible de haute qualité pour les êtres humains (Francis et Warwick 2009)..

b. Industriels :

b.1. Bio-carburants aéronautique

Du point de vue des usages, l'huile de caméline sert de matière première pour la production de biocarburants (El Bassam 2010). Soit convertie en biodiesel, soit directement comme huile végétale. Le biodiesel de cameline comparé au carburant diesel minéral, présente une meilleure performance en termes de puissance, avec une réduction de 50% des émissions visuelles de fumée et de CO₂, et des émissions plus faibles de composés toxiques. Les principaux débouchés de ces carburants sont l'industrie aéronautique et le secteur militaire.

b.2. Santé

Comme l'huile de caméline est riche en divers acides gras essentiels, dont un acide gras oméga-3, l'acide α -linoléique, on étudie la possibilité de l'employer comme ingrédient alimentaire (NíEidhin et al. 2003;Zubr 2003b; Abramovič et Abram, 2005; NíEidhin et O'Beirne, 2010). En 2010, la santé de canada a approuvé l'utilisation de l'huile de caméline pressée à froid non raffinée comme ingrédient alimentaire au Canada. Dans certains pays d'Europe de l'Est, l'huile de caméline est traditionnellement employée comme tonique et pour le traitement des brûlures, des blessures, des inflammations de l'œil et des ulcères de l'estomac (Rode 2002).

b.3. Cosmétique

L'huile de cameline est naturellement riche en Oméga 3. Est utilisée dans diverses formulations cosmétiques. Le principe est fondé sur les niveaux élevés d'activité anti-oxydant (Quéro et *al.*, 2016). Les produits obtenus sont les crèmes pour le visage et le corps, elle est ainsi conseillée pour les peaux sensibles et fragiles. L'huile de cameline lutte efficacement contre les rougeurs et les inflammations de la peau les shampooings, ainsi que d'autres produits cosmétiques. Dans ce contexte, Zanetti et *al.*, (2021), considèrent que l'information reste limitée.

b.4. Autres usages

Un certain nombre d'autres usages industriels ont été proposés pour l'huile de caméline, notamment dans les peintures, les encres, les savons, les vernis, les lubrifiants, les cosmétiques et comme additif dans les matières plastiques (El-Bassam, 2010).

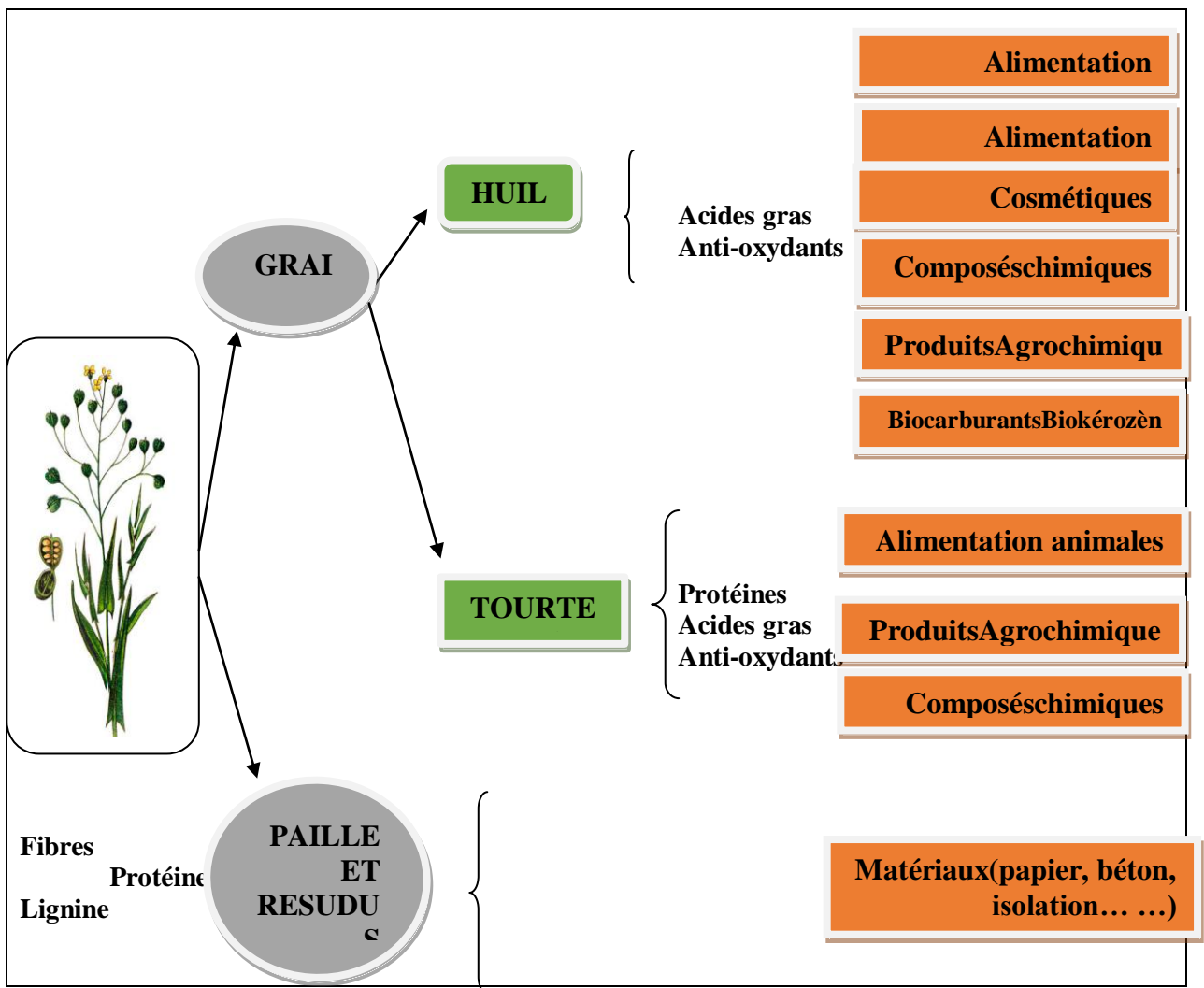


Figure n° 4 : Diversité des débouchés de l'huile, du tourteau et des résidus du culture de la cameline.

I.2.6. Quelques éléments sur la composition de l'huile et du tourteau de cameline

D'après Righine et *al.*, (2016), la cameline se caractérise par une teneur en huile relativement élevée (30 à 40% en moyenne). L'huile de cameline se distingue de celle d'autres cultures oléagineuses (comme le colza, le lin ou le palmier à huile) par :

- Une teneur élevée en acides gras poly-insaturés, dont l'acide Alpha-linolénique (L'acide α -inolénique (C18:3) est un acide gras polyinsaturé de la famille des oméga 3. C'est un acide gras

essentiel, c'est-à-dire qu'il ne peut pas être synthétisé par l'organisme et doit donc être fourni par l'alimentation.

- La présence d'acide écosénoïque (acide écosénoïque (C20:1) est un acide gras qui pourrait être une source de triglycérides à chaîne moyenne, aujourd'hui uniquement obtenu à partir d'huile de palme ou de noix de coco)

- Une teneur en acide érucique inférieur à 5% (tableau 01). Le tourteau de cameline se caractérise par une teneur en protéines de l'ordre de 40% et une teneur en glucosinolates beaucoup plus basse que les autres cultures de la famille des brassicacées, même si elle reste supérieure au seuil réglementaire pour la consommation du tourteau pur en alimentation animale

Tableau 01 : Composition de l'huile de cameline en comparaison avec trois autres oléagineuses (le colza, le lin et le palmier à huile) Teneur en acides gras majoritaires (%)

	C16:0 Palmitique	C18:0 Stéarique	C18:1 oléique	C18:2 linoléique	C18:3 linoléique	C20:1 Écosénoïque	C22:1 érucique
Camélie	5-7	2-3	17-18	14-20	30-35	14-17	2.4-4.0
Colza	4-5	1-2	60-63	18-20	8-10	1-2	< 1
Lin	5.4-5.7	4-4.7	18-23	13-14	52-57	Traces	Traces
Palmier à huile	32-45	2-7	38-52	5-11	Traces	Traces	Traces

CHAPITRE II: ETUDE EXPERIMENTALE

2.1. Présentation de site expérimental

Notre expérimentation a été conduite au niveau de la région des hautes plaines sétifiennes, à la station expérimentale de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, unité de Sétif (INRAA-US), durant la campagne agricole 2021/ 2022. Le site agricole situé à 973 m d'altitude, les coordonnées géographiques sont : 36°9'28" N et 5°22'25" E (Google Earth Pro, 2022). Ce site appartient à l'Institut Technologique Moyens Agricole Spécialisé (ITMAS) de Sétif comme le montre les (figures 05 et 06).

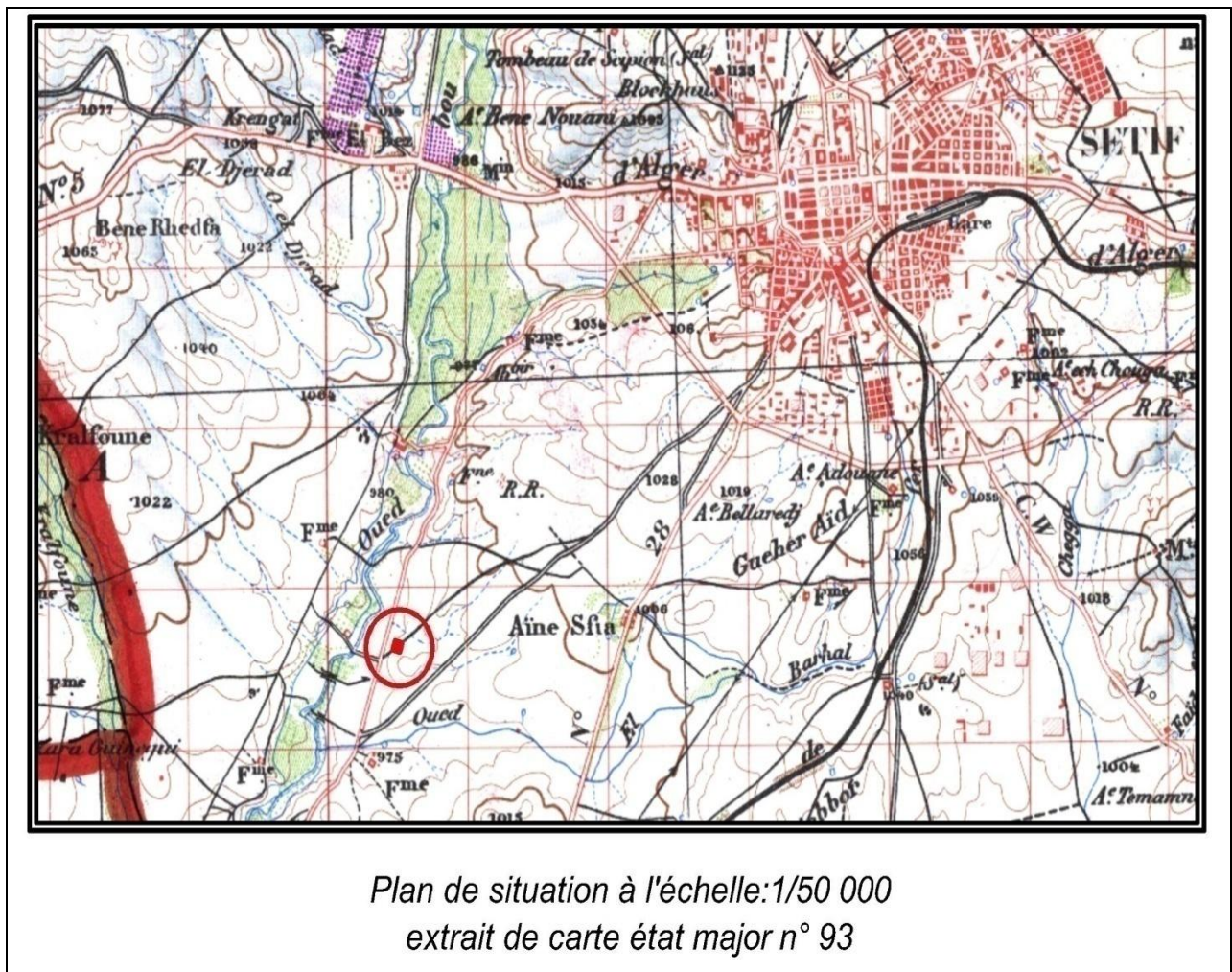


Figure n° 05: Situation géographique de site expérimentale. (Source carte état major n°93)



Figure n° 06 : Image satellitaire de site expérimentale. (GoogleMaps, 2022)

2.1.1. Conditions climatiques

Le climat de la région, semi-aride est de type méditerranéen ; caractérisé par un été sec et chaud, des hivers froids et humide , un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières très fréquentes et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la céréale (Chennafi 2012).

Il est important de donner un aperçu sur les conditions climatiques afin d'étudier la variabilité et les facteurs environnementaux sur l'expression de chaque traitement expérimenté. Parmi les principaux facteurs nous nous intéressons à la pluviométrie et à la température aux quelles semblent influencer nos traitements, à savoir les trois conduites techniques du travail du sol.

2.1.1.1. Pluviométrie

Le cumule des précipitations enregistrées au cours de la campagne 2021/ 2022, à partir du mois de Septembre jusqu'au mois de Mai inclus, s'élève à 329.7 mm, selon les données du tableau 02. La répartition mensuelle des précipitations de la zone d'étude pour la campagne 2021/2022, est variée et irrégulière par rapport au cycle de la culture de la cameline. Le maximum des températures enregistré, au mois de Novembre, de 84,5 mm et le minimum est enregistré au mois d'Octobre avec 7,6 mm (figure n° 07).

Tableau 02 : Répartition mensuelle de précipitations enregistrées durant la campagne agricole 2021/2022 dans la région de Sétif (mm). (Ogimet)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Total
Precipitations (mm)	38	7.6	84.5	20.8	17.6	28,2	45	82	6	329,7

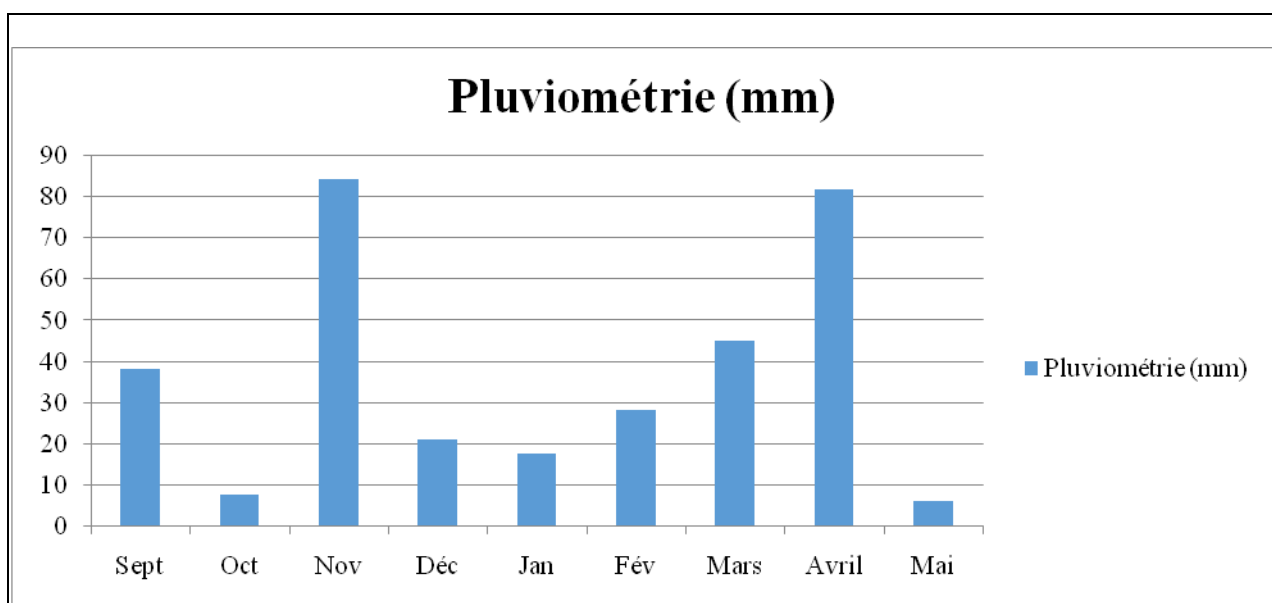


Figure n° 07 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Sétif (campagne agricole 2021/22) (U: mm),

2.1.1.2. Température

L'année agricole 2021/2022 s'est caractérisée de Septembre à Juin 2022, par des températures hivernales basse qui sont enregistrées durant les mois de Décembre, Janvier et Février: 6.81°C, 4.73°C et 7.15°C. Au mois de septembre la température moyenne maximale prend la valeur de 30,53°C, localisant le démarrage de la saison automnale. Cependant, la température moyenne minimale (4,73°C), enregistrées au mois de janvier a coïncidé avec le stade de germination des graines (figure n°08).

Tableau03 : les températures moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2021/2022 dans la région de Sétif (mm)

Mois	T° max (C°)	T° min (C°)	T° moy (C°)
Septembre	30.53	17.52	24.03
Octobre	20.72	9.2	14.96
Novembre	12.29	8.51	10.4
Décembre	11.98	1.66	6.81
Janvier	10.62	-1.12	4.73
Février	14.15	1.18	7.15
Mars	13.26	4.83	9.04
Avril	17.59	6.31	11.96
Mai	24.3	10.03	16.28

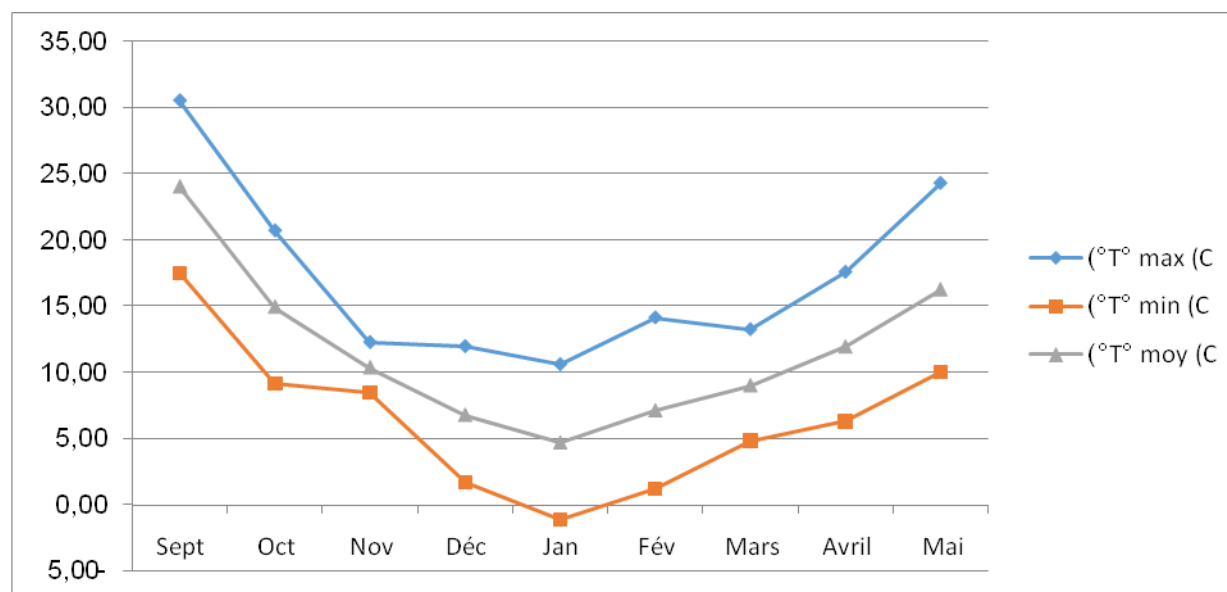


Figure n° 08 : Variation des températures moyennes mensuelles de la région de Sétif (campagne agricole 2021/2022) (U: °c) (www.Ogimet.com),

2.1.2. Précédent cultural et l'état de la parcelle

Il est noté que les traitements de notre étude ont été réalisés sur des parcelles précédentes cultural céréales, espèce (blé dur). A souligner que le précédent cultural présente une limite pour notre travail et qu'on a tenu compte au cours de notre analyse des résultats.

2.1.3. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Le sol est à texture argilo-limoneuse avec un fort pourcentage de calcaire, le sol est considéré lourd, le drainage interne est mauvais et une capacité de rétention en eau considérée appréciable. Le niveau de la matière organique est faible, le PH est alcalin (Chennafi est al., 2005)

2.2. Matériels et méthode

2.2.1. Matériel végétal

L'étude concerne une seule variété de la plante oléagineuse la Cameline (*Camelinasativa L. Crantz*) (Alba). Elle est fournie par la société CCE d'Espagne dans le cadre du projet **prima 4CE-MED**. Aucun traitement sanitaire n'a été appliqué sur les semences. Les semences utilisées sont de bonne qualité, elle présente un poids de milles grains (PMG) de 1.2grammes avec une faculté germinative de 97%.

Le semis a été réalisé à deux dates différentes (DT1, DT2), avec deux doses de semis différents pour chaque date (DS1, DS2) comme le montre le (tableau 04).

Tableau 04 : dates et doses de semis appliqués

	Date de semis	Dose de semis DS1 (graines/m ²)	Dose de semis DS2 (graines/m ²)
1 ^{ère} Date de semis (DT1)	27/12/2021	600	800
2 ^{ème} Date de semis (DT2)	15/02/2022	600	800

2.2.2. Matériel de travail du sol et de semis

2.2.2.1. Les outils utilisés en travail conventionnel (TC) :

- Pour le labour, nous avons utilisé une charrue à disque, suivi par ;
- Deux recroisements par l'utilisation de cover-crop .le travail du sol est terminé par
- un hersage par l'utilisation de la herse.

Alors, le semis a été réalisé le 28/12/2021 et le 15/02/2022, par l'utilisation d'un semoir en lignes de trois mètres à 17 cm d'écartement.

2.2.2.2 Les outils utilisés en travail cultural simplifié (TCS):

- Un seul passage de cover-cropa été réalisé juste avant le semis.
- Le semis a été réalisé le 28/12/2021 et le 15/02/2022, par un semoir en ligne de trois mètres à 17 cm d'écartement.

2.2.2.3 Les outils utilisés en semis direct(SD):

- aucune préparation du sol n'a été réalisée ; le travail zéro. Cependant, un désherbage total a été réalisé par le Glyphosate (désherbant total) en Novembre 2021 juste avant le semis.
- Le semis le 28/12/2021 et le 15/02/2022, par un semoir de semis direct, avec lignes jumelées et par un écartement de 17 cm entre deux lignes (figure n° 09).



Figure n° 09 : Semoir de semis direct.

2.2.3. Dispositif expérimental et semis

On rappelle que l'objectif de notre travail est l'étude de l'influence du semis direct sur la production de la culture de la Cameline (*Camelina sativa* L. Crantz) en milieu semi-aride dans la région de Sétif. Comme protocole expérimental, nous avons comparé les techniques de travail du sol, avec trois techniques : le semis direct, travail conventionnel et travail minimum (ou technique culturale simplifié), combiné à deux dates de semis (DT1, DT2) et deux doses de semis (DS1 et DS2).

De fait, le dispositif expérimental appliqué est strip plot (split plot factoriel) composé de trois facteurs et 4 répétitions (blocs). Les trois facteurs sont :

- **Technique culturale** noté **F1** à trois niveaux : **le semis direct (SD)**, **le travail conventionnel (TC)** et **le travail minimum ou technique culturale simplifier (TCS)**

- **Date de semis** noté **F2** à deux niveaux : la **DT1** correspond au 28/12/2021 et la **DT2** correspond au 15/02/2022

- **Dose de semis** noté **F3** à deux niveaux : la **DS1** avec 600 graines/m² et la **DS2** avec 800 graines/m²

- Une seule espèce utilisée ; plante oléagineuse c'est la Cameline (*Camelina Sativa* L. Crantz). De fait, le nombre de traitement étudié s'élève à 48 traitements = 3 techniques culturales X 2 dates de semis X 2 doses de semis en 4 répétitions. Donc, la totalité des traitements étudiés par répétition s'élève à 12 traitements.

La dimension de l'unité expérimentale est de 2 673 m² (54 m x 49.5 m) avec une distance de 01 m entre les blocs et 0,5 m entre les lignes. la surface de l'unité élémentaire s'élève à 60 m², avec une longueur de 20 m et une largeur de 3 m.



Figure n° 10: le dispositif expérimental adopté sur le site.

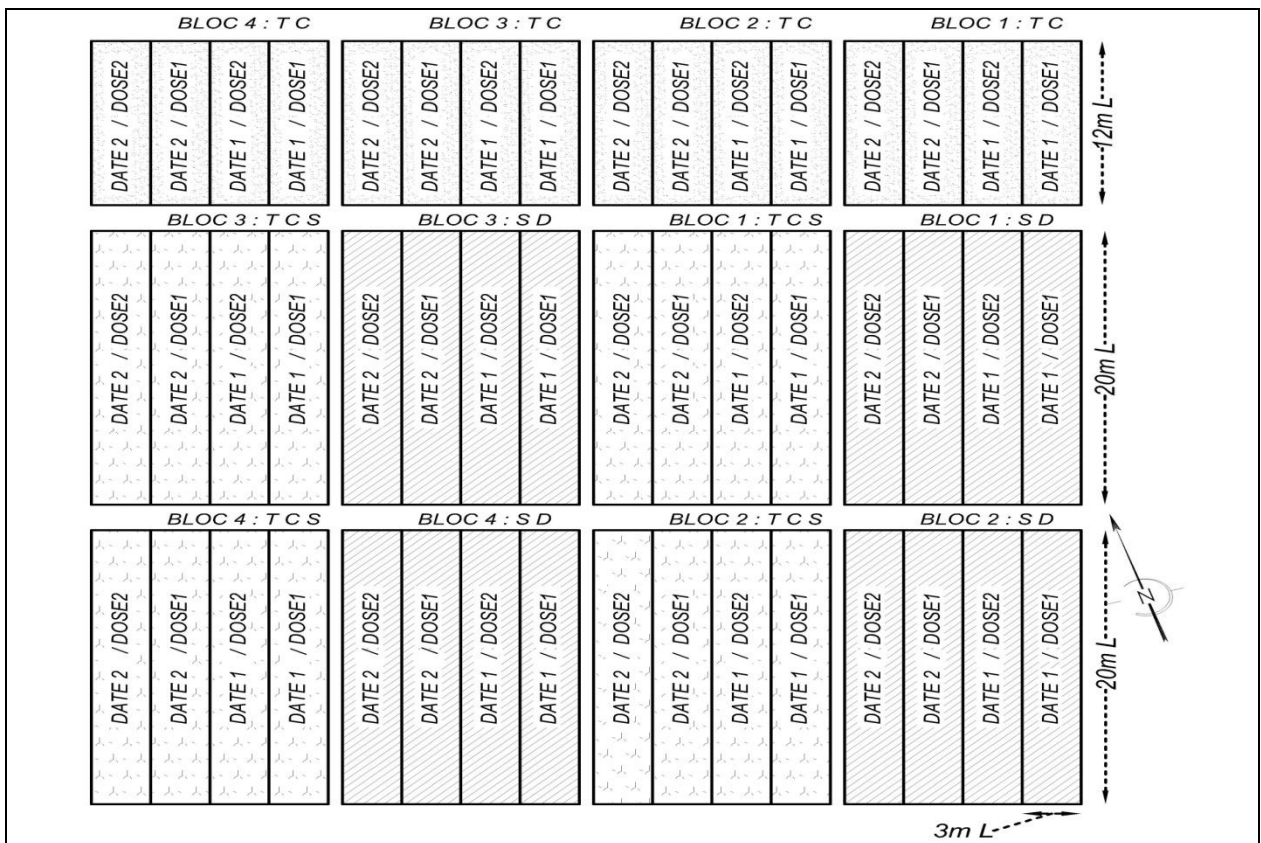


Figure n° 11: Schéma de dispositif expérimental.

2.3. Notation effectuées

2.3.1. Suivi de l'humidité du sol

Nous avons procédé à la mesure de l'humidité du sol à partir des prélèvements périodiques des échantillons du sol, à une fréquence de 15 jours. Cependant, les conditions climatiques (essentiellement la pluviosité) nous ont empêchés de réaliser ces prélèvements à chaque stade. De même, ces prélèvements ont été réalisées selon le stade végétatif de la culture, à partir de la levée jusqu'à la fin de cycle végétatif (stade de maturité).

2.3.1.1. Méthode de prélèvement

A l'aide d'une tarière, trois points de prélèvement sont réalisés diagonalement dans chaque traitement (SD, TC et TCS). Chaque point a fait l'objet de prélèvement de deux échantillons sur deux profondeurs (c'est-à-dire un échantillon sur une même épaisseur): de 0 à 20 centimètres et de 20 à 40 centimètres et cela pour couvrir la couche explorée généralement par le système racinaire de la plante. Tous les échantillons prélevés sont mis dans des boîtes métalliques (capsules). Les pesés et les séchés sur place au niveau de laboratoire de l'INRA comme le montre la figure n°12.



Figure n° 12: Mesure de l'humidité du sol.

2.3.1.2. Méthode d'analyse

Chaque échantillon prélevé mis dans une tare de masse (M_t), est pesé sur place, pour éviter la variation de l'humidité. Cette opération détermine la masse humide (M_h), l'échantillon et par la suite placé dans une étuve à 105°C pendant 24 heures. Ensuite, une deuxième pesée a été réalisée afin de déterminer la masse sèche de l'échantillon (M_s). Enfin, selon NOURI et *al.* (2004), l'humidité du sol (H_m) est calculée par la formule suivante:

$$H_m (\%) = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 (\%)$$

2.3.2. Peuplement (nombre de plants/ m²)

2.3.2.1. A la levée des plantes

Dés que la levée a atteint 50%, un comptage du nombre de pieds levés a été réalisé sur 1 mètre linéaire avec quatre répétitions dans chaque unité expérimentale (figure n° 13).



Figure n° 13: Comptage de pieds levés en mètre linéaire.

2.3.2.2. A la sortir d’hiver

A la sortie d’hiver;et au stade début floraison,un autre comptage du nombre de pieds a été réalisé sur 1 mètre linéaire avec quatre répétitions dans chaque unité expérimentale (figure n° 14), Une fois le comptage effectué, pour chaque traitement, les résultats sont alors rapportés au mètre carré par la formule suivante:

$$\text{- nombre de pieds levés: } \frac{\Sigma x}{0,17}$$

Σx : Somme des pieds levée en mètres linéaires;

0,17: Ecartement entre lignes de semis.



Figure n° 14 : Comptage de pieds levés en mètre linéaire à la sortie d’hiver.

2.3.3. Couverture végétale

Le taux de couverture végétale pour chaque traitements a été calculé à l’aide d’une application numérique appelé CANOPEO, quatre lectures ont été effectuées par bloc, elle est fait le 31 mars 2022 à 11:23 h à la stade d’élongation des plantes.

2.3.4. Hauteur et nombre de ramifications de plante de la cameline

La hauteur des plantes et le nombre de ramifications ont été estimés selon le stade végétatif de la plante, dès que la maturité des siliques est constatée. Les ramifications ont été

évaluées par comptage et par plante. La hauteur (h, cm) a été mesurée à l'aide d'une règle graduée, pour déterminer la hauteur moyenne des plantes, on a pris 5 plantes au hasard par unité expérimentale. La hauteur mesurée est comprise entre le niveau du sol et l'extrémité de la plante. La hauteur moyenne des tiges se calcule à l'aide de la relation suivante:

$$Hm (\%) = \frac{Mh - Ms}{Ms} \times 100 (\%)$$

- *H moy*: hauteur moyenne de chaque échantillon (cm).
- *Lp*: longueur des plants (cm).

2.3.5. Longueur des racines

Les racines provenant de chaque parcelle pris au hasard (5 racines par traitement), ont subi un lavage puis mesuré à partir du collet jusqu'à l'extrémité des racines.

2.3.6. L'humidité des siliques

La teneur en humidité des siliques a été réalisée en date de 23 et 31 du mois de Mai 2022, au stade de la formation et maturité complète des siliques. Ainsi, la masse des grains a été déterminée en utilisant une balance de précision, avant et après le séchage à l'aide d'une étuve (figure 14), réglée à 80°C pendant 48 heures. La teneur en humidité des siliques est exprimée en pourcentage (H%) selon le modèle :

$$Hm (\%) = \frac{Mh - Ms}{Ms} \times 100 (\%)$$

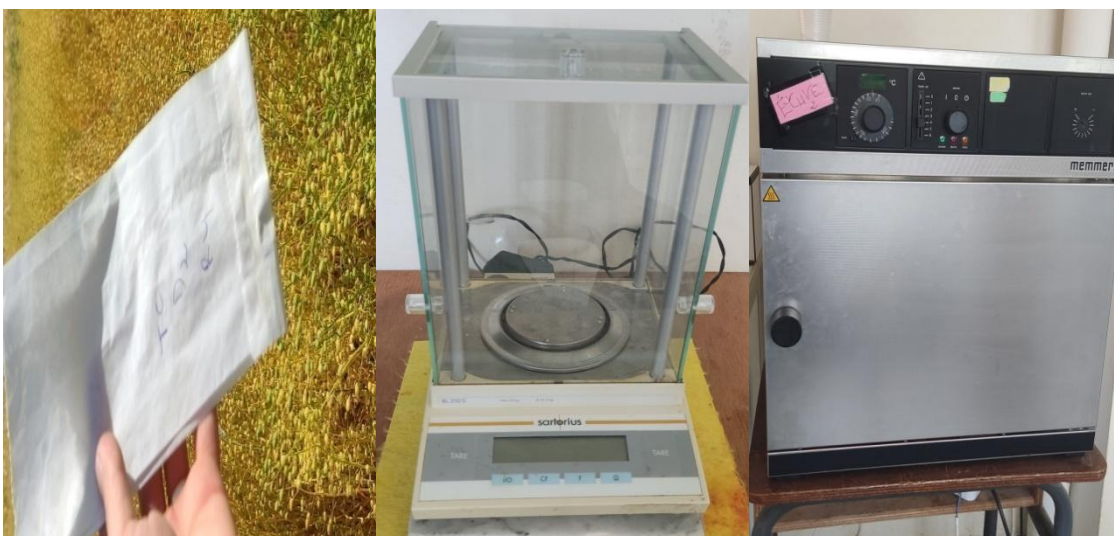


Figure n° 15: Mesure de l'humidité des siliques .

2.3.7. Poids de la matière sèche

La biomasse aérienne a été mesurée par la récolte manuelle à la faucille sur un mètre linéaire, le 31/05/2022, les échantillons récoltés étiquetés sont placés dans des sacs en papiers et a été mesuré par une balance de marque Starfit. La biomasse totale c'est la paille et les siliques (Figure n°15).



Figure n° 16 : Mesure de la biomasse aérienne.

2.4. Composantes du rendement

Nombreux paramètres ont été évalués : (i) le nombre de rameaux par plantes,(ii) le nombre de siliques par plante,(iii) le nombre de grains par silique (NGS),(vi)le PMG. Le rendement en grain réel (RDTT) et la paille et ainsi l'indice de récolte (IR)) ($IR = \frac{MS \text{ de la biomasse totale}}{\text{rendement en grains}}$).

2.5. Analyse de la variance

Les traitements statistiques et notamment l'analyse de la variance ont fait l'objet d'utilisation de l'excel, et le programme **Statbox**.

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Evolution du taux d'humidité

Les courbes de l'évolution de l'humidité pondérale du sol entre les trois techniques culturales dans les deux profondeurs (0-20 cm et 20-40 cm), illustrées par les histogrammes des figures n° 17 et 18 montrent des variations dans le profil d'humidité par rapport aux stades physiologiques d'une part, et la profondeur de sol d'autre part.

Au début de cycle végétatif (au stade levé), le travail culturale simplifié (TCS) ou (travail minimum) a donné une humidité moyenne légèrement élevée (18.48%) en profondeur 0-20, suivi par le travail conventionnel (TC: 18.34%), et en dernière place on trouve le semis direct (SD : 16.38%). En profondeur 20-40 cm, le TCS occupe toujours la première place avec 17.1%, le TC prend la seconde place avec 16.9%, et en dernier le SD, avec 16.47%. A ce stade, on enregistre des différences plus ou moins faibles par rapport à la technique culturale.

En fin de cycle végétatif, essentiellement au stade de maturité, dans les deux profondeurs, le taux d'humidité varie et s'abaisse aussi bien dans les trois techniques culturales. Mais, on souligne que le semis direct (SD) a donné des résultats meilleurs par rapport respectivement à la technique simplifié et au travail conventionnel ; horizon 0-20 cm (8.69%, 8.45%, 7.98%) et l'horizon 20-40 cm (9.88%, 9.22%, 7.57%). Ceci montre l'importance de la technique culturale de conservation (semis direct) dans l'emménagement de l'eau à la fin du cycle végétatif des plantes. Ceci peut être un moyen de gestion des ressources hydriques par économie d'eau, surtout en conditions d'agriculture pluviale en région semi-aride.

Cependant, en travail conventionnel (TC), l'ouverture de sol par le labour, influence directement la stabilité structurale du sol. De fait, le sol devient plus perméable et permet l'accélération de l'évaporation de stocke d'eau, surtout en conditions de températures élevées.

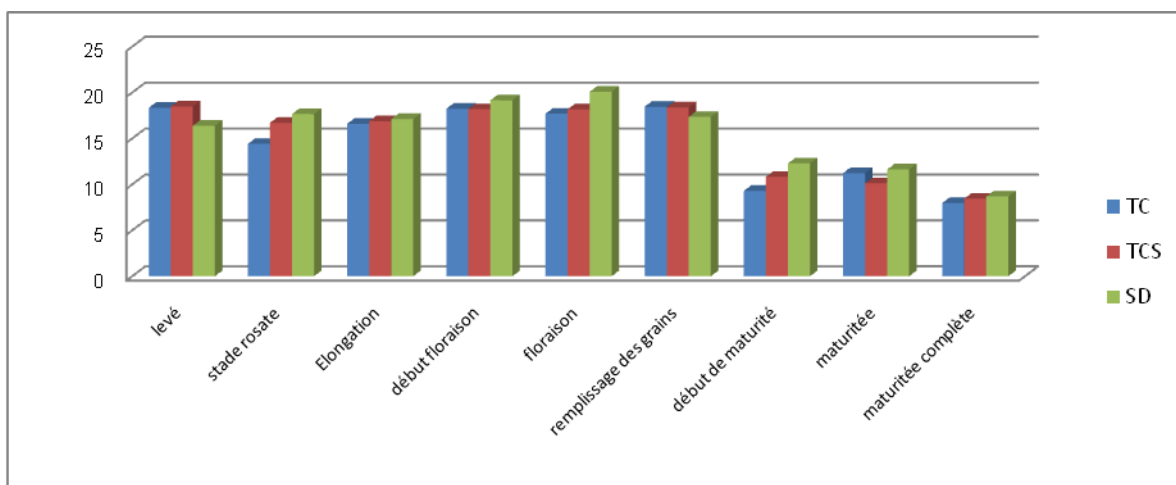


Figure n° 17: Evolution de l'humidité du sol (H%) dans la profondeur 0-20 cm.

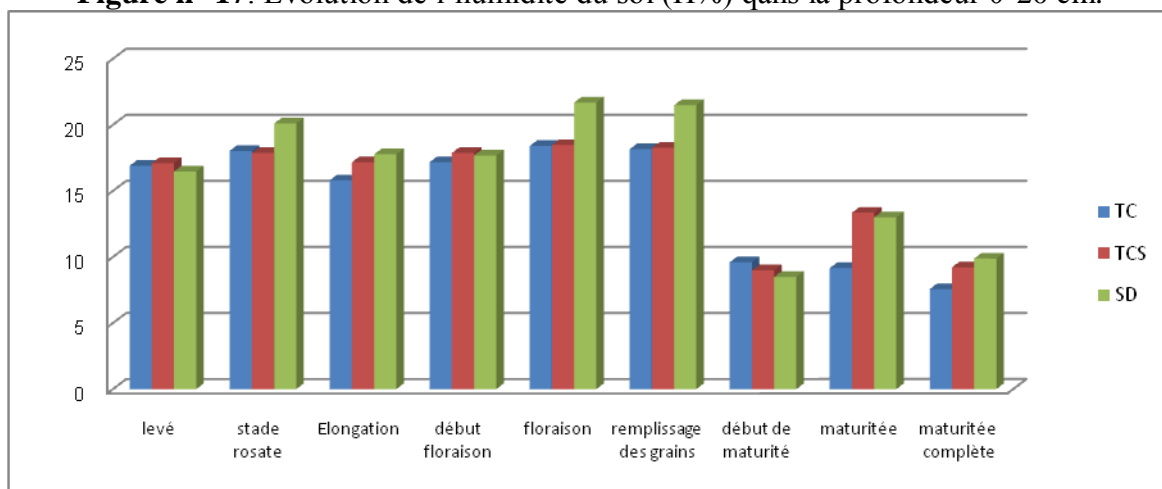


Figure n° 18 : Evolution de l'humidité du sol (H%) dans la profondeur 20-40 cm.

3.2. Peuplement (plants/m²)

L'analyse de la variance de peuplement à la levée au mètre carré (au seuil de 5%), comme le montre le tableau 05, le type du travail du sol a une influence significative sur la levée des graines avec un coefficient de variation de 39.12%. En effet, l'analyse des moyennes de nombre de plantes levées par mètre carré révèle que la cameline, qui se caractérise par de très petites graines de semences, des variations en fonction de type du travail du sol, de la date de semis et de la dose de semis. En moyenne 317.64 plantes levées/ m² sont obtenus sous l'effet de labour conventionnel (TC), suivi par le travail minimum (ou TCS: 208.82 plantes levées/ m²) et le semis direct (SD : 151.14 plantes levées/ m²), figure n° 19.a.

Sous l'effet date de semis, la variable nombre plants/m² révèle une différence hautement significative entre les deux dates de semis, elle s'élève de 268.89 plantes/m² en DT1, et 182.84 plantes/m² en DT2 (figure n° 19.b). Par contre, en fonction de la dose de semis, le nombre plantes levées/ m² chez la cameline varie de 203.43 plantes levées/ m² pour la première dose de semis (DS1 : 600 graines/m²) à 248.30 plantes levées/ m² pour la deuxième dose de semis (DS2 : 800 graines/ m²), comme le montre la figure n° 19.c.

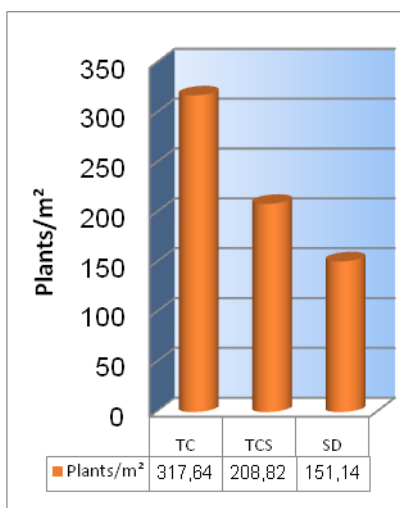


Figure n°19.a : Nombre de plants levés par m² sous l'effet Technique culturale.

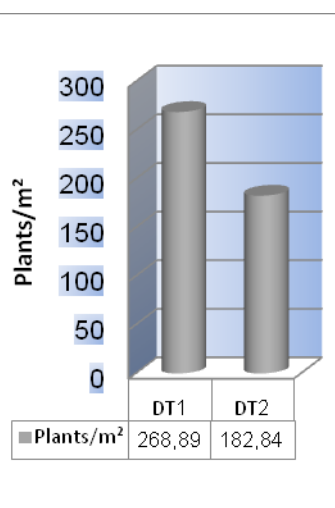


Figure n°19.b : Nombre de plants levés par m² sous l'effet date de semis.

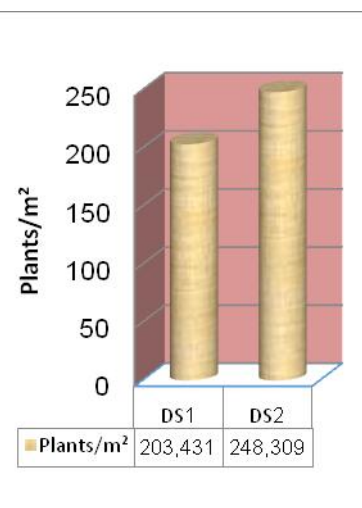


Figure n°19.c : Nombre de plants levés par m² sous l'effet dose de semis.

Alors, l'interaction (Technique x DT), la moyenne de la variable plantes /m² varie comme suit : de 120.66 plantes/ m² pour le (SD×DT1) à 438.23 plantes/ m² (TC×DT1). Tandis que, l'interaction types du travail du sol et dose de semis (Technique×DS) a un effet non significatif pour la moyenne de nombre de plantes par mètre carré : de 113.24 plantes/ m² (SD×DS1) à 343.38 plantes/ m² en (TC×DS2). Par ailleurs, la réponse de la cameline pour la densité de peuplement n'est pas influencée par l'effet de l'interaction (F1×F2×F3) ; soit respectivement (techniques culturales× date de semis× dose de semis), figure n° 20.

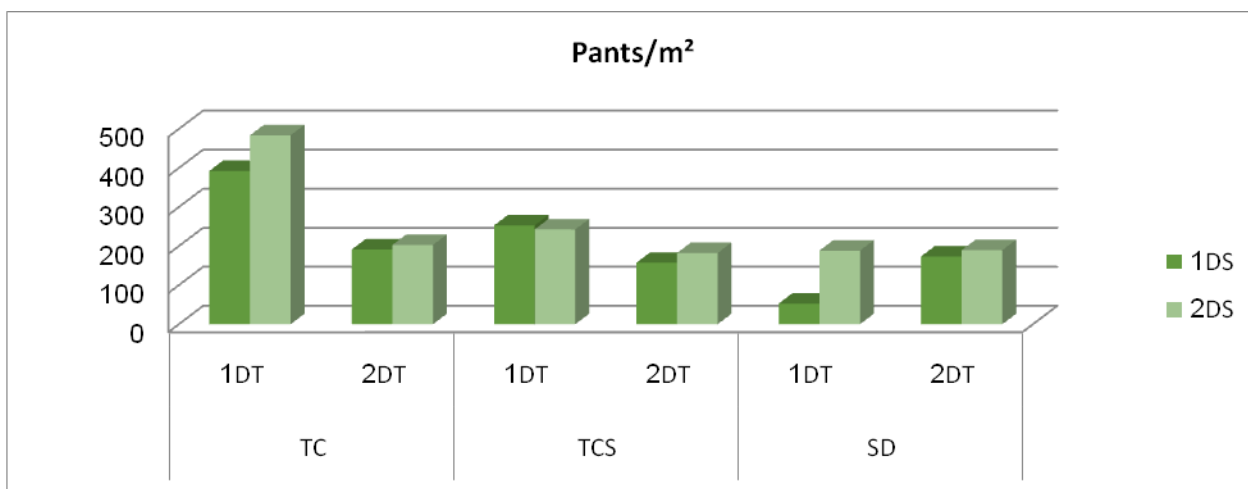


Figure n°20: Nombre de plantes levées/ m² sous l'effet de l'interaction (Technique culturale x date de semis x dose de semis).

Tableau 05: Analyse de la variance de la moyenne de nombre de plantes levées/ m² pour la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	310806.9	11	28255.17				
F1 Technique culturale	228768.3	2	114384.2	10.52	0.01155		
VAR.BLOCS	16798.06	3	5599.354	0.515	0.68885		
VAR.RESIDUELLE 1	65240.5	6	10873.42			104.276	46.17%
VAR.TOTALE	848982.2	47	18063.45				
VAR.F2 Date de semis	88865.25	1	88865.25	11.384	0.00233		
VAR.F3 Dose de semis	24167.81	1	24167.81	3.096	0.08632		
VAR.INTER F1*2	182963.3	2	91481.66	11.719	0.00025		
VAR.INTER F1*3	9632.438	2	4816.219	0.617	0.55184		
VAR.INTER F2*3	8898.5	1	8898.5	1.14	0.29561		
VAR.INTER F1*2*3	12876.88	2	6438.438	0.825	0.45234		
VAR.TOT.S-BLOC	310806.9	11	28255.17	3.62	0.00318		
VAR.RESIDUELLE 2	210771.1	27	7806.338			88.353	39.12%

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% permet de ressortir deux groupes homogènes; groupe A, représenté par le travail conventionnel (TC) et le groupe B qui englobe les deux autres techniques culturales (travail minimum et le semis direct).

On note que généralement, le nombre de plantes levées est souvent inférieur au nombre de grains semés; ce ci est dû en grande partie aux plusieurs facteurs, certains sont propres à la graine et aux milieux mais d'autres sont d'ordre techniques. Souvent les facteurs techniques sont souvent négligés ou mal maîtrisés l'hors de la mise en place des cultures telles que l'état de lit de semence, la profondeur de semis. On ajoute à cela le manque à la levée, la résultante de

l'interaction entre la préparation du sol et les conditions climatiques qui sont souvent en désaccord avec les exigences de l'installation de la graine de semence.

Egalement, la densité de peuplement (plantes levées/m²) est défavorisée dans le cas du semis direct en premier temps par la présence beaucoup plus élevée des débris des adventices males décomposés qui ont probablement agit négativement sur la levée de la cameline.

3.3. Taux de couverture végétale

Les valeurs moyennes et l'analyse de la variance pour le taux de couverture végétale est consignée dans le tableau 06. L'analyse de la variance à décelée des différences significatives entre les techniques culturales et le taux de couverture végétale avec un CV de 18,32%. Alors l'analyse des moyennes montre que la valeur la plus élevée (64.73%) est obtenue chez le travail conventionnel (TC), suivi par le travail minimum (TCS : 49.86%) en dernier le semis direct (38.67%) comme le montre la figure n°21.a. Cependant, les résultats de taux de couverture végétale montres des différences non significatives au seuil de 5% entre les différentes dates de semis (DT1 et DT2) avec respectivement : 48.69% et 53.49%, figure n° 21.b. Quant à l'influence du facteur dose de semis (DS), elle est significative au seul de 5%. En moyenne, la première dose (DS1 : 600 graines/m²) donne on taux de couverture végétale élevé avec 48.39% comparé à la deuxième dose de semis (DS2 : 800 graines/m²), avec 53.79% (figure n°21.c).

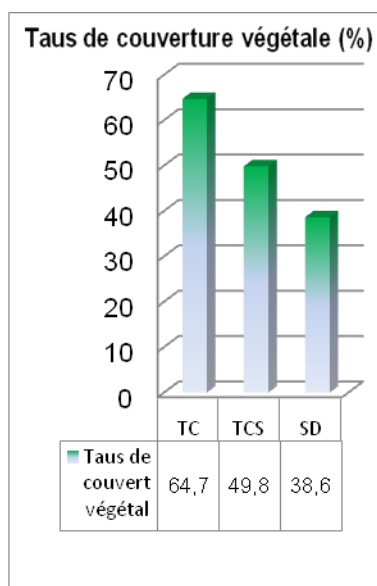


Figure n°21.a : Taux de couverture végétale sous l'effet Technique culturale.

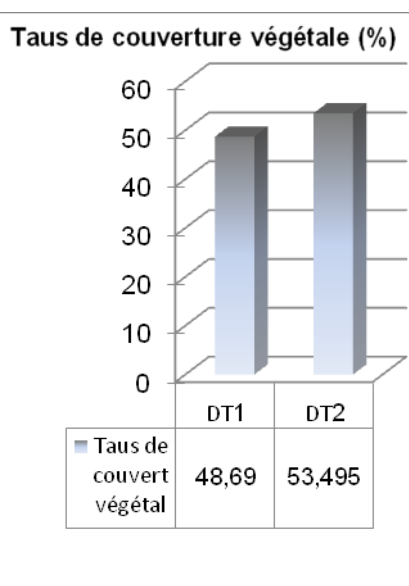


Figure n°21.b : Taux de couverture végétale sous l'effet date de semis.

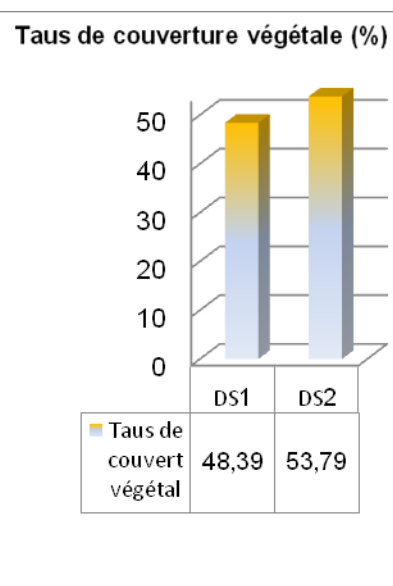


Figure n°21.c : Taux de couverture végétale sous l'effet dose de semis.

La comparaison entre les moyennes de l'interaction (techniques culturales \times DT) de taux de couverture végétale montre une différence significative. Par contre, elle est non significative pour les interactions (techniques culturales \times DS), (DT \times DS) et (techniques culturales \times DT \times DS) comme le montre la figure 22) et le tableau 06.

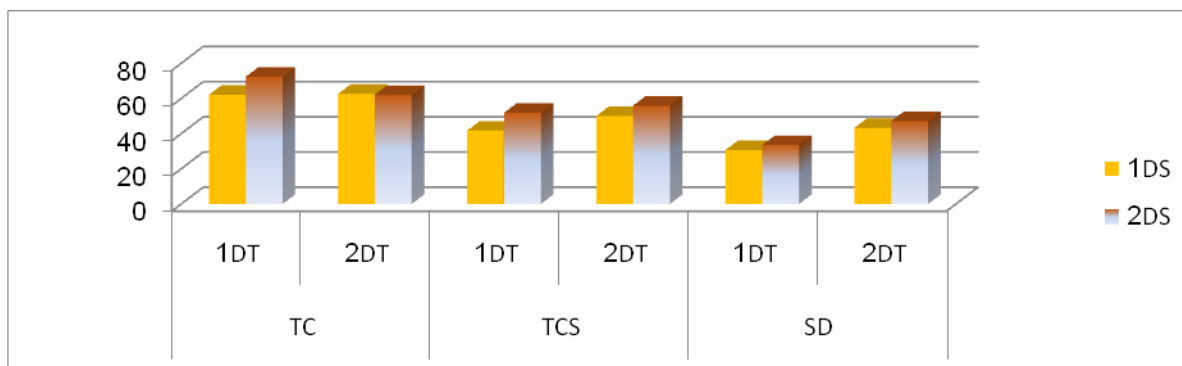


Figure n° 22: Taux de couverture végétale sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 06: Analyse de la variance du taux de couverture végétale moyenne de la plante de cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	7461.598	11	678.327				
F1 Technique culturale	5472.085	2	2736.042	8.354	0.01902		
VAR.BLOCS	24.354	3	8.118	0.025	0.99		
VAR.RESIDUELLE 1	1965.158	6	327.526			18.098	35.42%
VAR.TOTALE	11310.27	47	240.644				
VAR.F2 Date de semis	277.004	1	277.004	3.16	0.08327		
VAR.F3 Dose de semis	349.857	1	349.857	3.992	0.05327		
VAR.INTER F1*2	672.37	2	336.185	3.836	0.03351		
VAR.INTER F1*3	45.819	2	22.909	0.261	0.775		
VAR.INTER F2*3	65.833	1	65.833	0.751	0.39794		
VAR.INTER F1*2*3	71.347	2	35.673	0.407	0.67464		
VAR.TOT.S-BLOC	7461.598	11	678.327	7.739	0.00001		
VAR.RESIDUELLE 2	2366.438	27	87.646			9.362	18.32%

Le classement des moyennes du taux de couverture végétale donne deux groupes homogènes: groupe A, le travail conventionnel (TC) : 64.73% et le groupe B : TCS (49.86%) et le SD (38.67%).

3.4. Hauteur de la plante de cameline

Les valeurs moyennes et l'analyse de la variance concernant la hauteur des plantes de cameline sont cosignées dans le tableau 07.

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence hautement significative avec un coefficient de variation de 5.04 % entre les trois techniques culturales. Par ailleurs, l'effet de la date de mise en place de la cameline est hautement significative, la hauteur varie entre 98.84 cm (DT1) et 86.2 cm (DT2). La hauteur de la plante de cameline est affectée par les combinaisons de l'ensemble des facteurs étudiés. Elle est hautement significative par rapport à l'interaction (technique culturale × DT) et significative par l'interaction (techniques culturales ×

DT ×DS). Alors que, l'interaction (techniques culturales × DS) et (DT×DS) n'a aucune effet sur la hauteur de la plante de cameline (tableau 06 et figure n° 23 et 24).

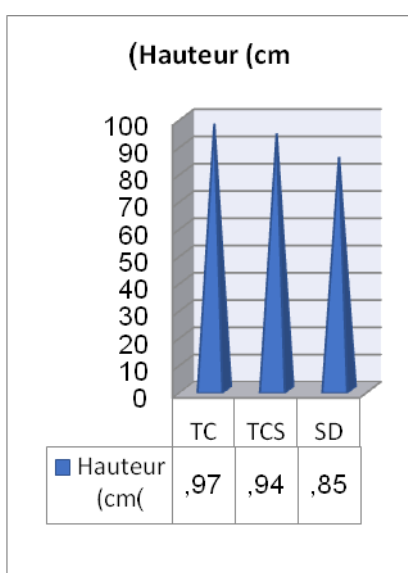


Figure n°23.a : Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet Technique culturale.

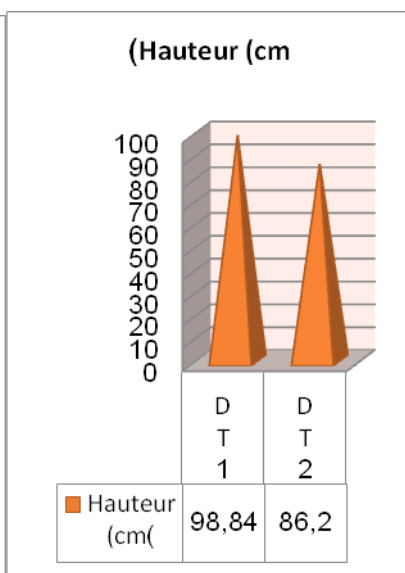


Figure n°23.b : Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet date de semis.

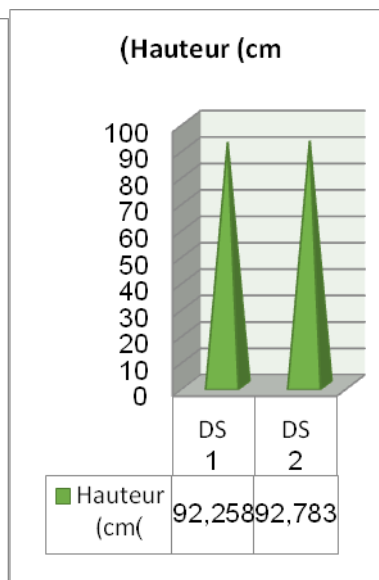


Figure n°23.c : Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet dose de semis.

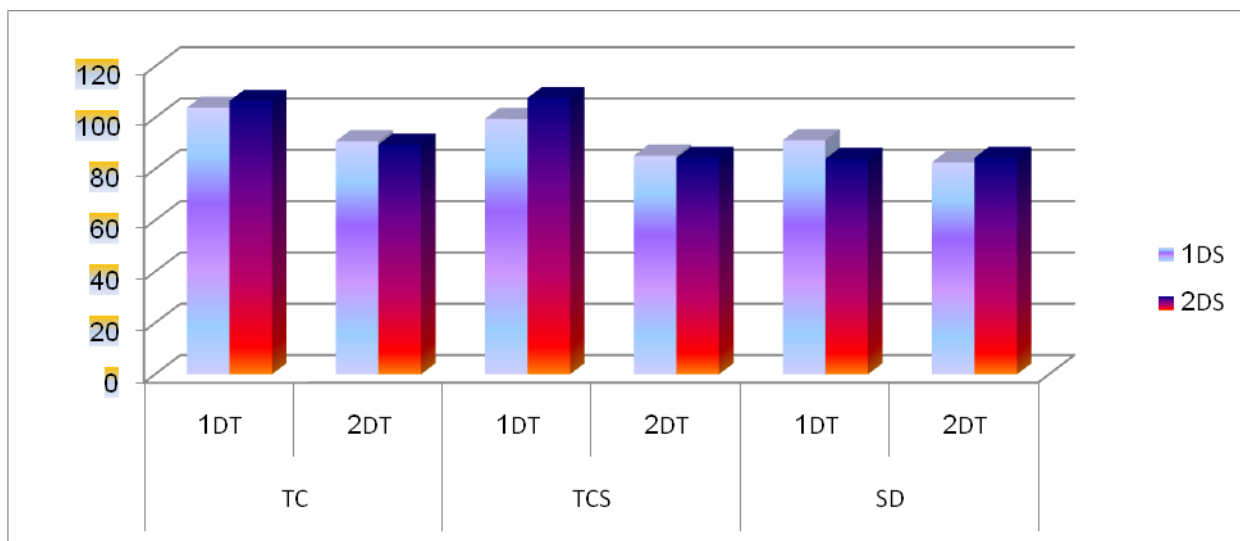


Figure n°24 : Hauteur de la plante de cameline (cm), sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 07: Analyse de la variance de la hauteur de la plante de la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	1682.709	11	152.974				
F1 Technique culturale	1257.982	2	628.991	12.92	0.0073		
VAR.BLOCS	132.624	3	44.208	0.908	0.49205	²²	
VAR.RESIDUELLE 1	292.104	6	48.684			6.977	7.54%
VAR.TOTALE	4917.1	47	104.619				
VAR.F2 Date de semis	1917.74	1	1917.74	88.146	0		
VAR.F3 Dose de semis	3.308	1	3.308	0.152	0.70105		
VAR.INTER F1*2	466.262	2	233.131	10.716	0.00042		
VAR.INTER F1*3	82.055	2	41.027	1.886	0.16939		
VAR.INTER F2*3	5.201	1	5.201	0.239	0.63388		
VAR.INTER F1*2*3	172.402	2	86.201	3.962	0.0304		
VAR.TOT.S-BLOC	1682.709	11	152.974	7.031	0.00002		
VAR.RESIDUELLE 2	587.423	27	21.756			4.664	5.04%

Le classement des moyennes de la hauteur de la plante de cameline donne deux groupes homogènes pour les facteurs techniques culturaux. (I) les plantes les plus courtes sont enregistrées en travail minimum (39,6 cm). Cependant, en semis direct (SD) la hauteur des tiges est plus élevée (50 cm) suivi du travail conventionnel (TC : 47,5cm) ; en plus de 10,4 cm et 7,9 cm par rapport au TCS.

De point de vue agronomique, La concurrence entre les adventices et la culture de la cameline ou la concurrence entre les plantes de cameline lui-même (concurrence en eau, en éléments minéraux et en lumière), inhibant la croissance en hauteur des plantes de cameline.

3.5. Longueur des racines

Avant de discuter les résultats de la longueur des racines, il faut signaler qu'on n'est pas arrivé à mesurer la longueur des racines pour le traitement de semis direct (SD), à cause du tassement du sol surtout à la profondeur 0-20 cm, et par conséquent on a procédé à comparer que les deux autres traitements, à savoir le TC et TCS.

Les résultats de l'analyse de la variance de la longueur des racines sont illustrés dans le tableau 08.

La moyenne générale de la longueur des racines est de 14.44 cm, avec un écart type de 1,37 cm. La longueur des racines est affectée significativement par l'effet de la technique culturale ; les racines les plus longues sont remarquées chez le travail conventionnel (TC) avec 15.93 cm,

suité par le travail cultural simplifié(TCS), avec 12.98 cm (figure n° 25.a). Par contre, la longueur des racines est hautement significativement influencé par l'action de la date de mise en place de la culture de cameline (figure n° 25.b).

Cette variation de développement de système racinaire en profondeur est probablement due au travail de sol ; un sol bien travaillé en profondeur facilite la pénétration et une bonne occupation de volume racinaire, c'est le cas de travail conventionnel (TC). Pour la date de semis, la longueur des racines est faible en DT1, à cause de manques des précipitations au début de cycle végétatif comparée à la deuxième date de semis.

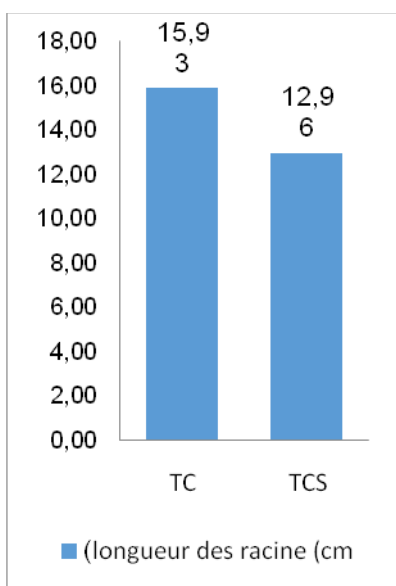


Figure n°25.a : Longueur des racines sous l'effet Technique culturale.

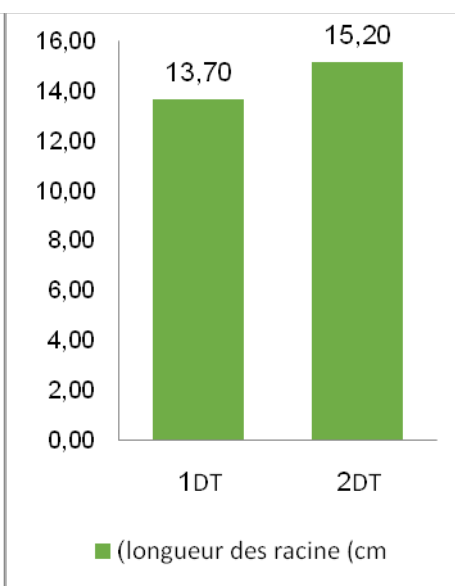


Figure n°25.b : Longueur des racines sous l'effet date de semis.

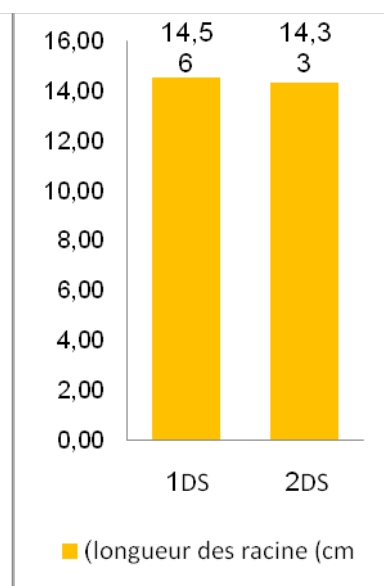


Figure n°25.c : Longueur des racines sous l'effet dose de semis.

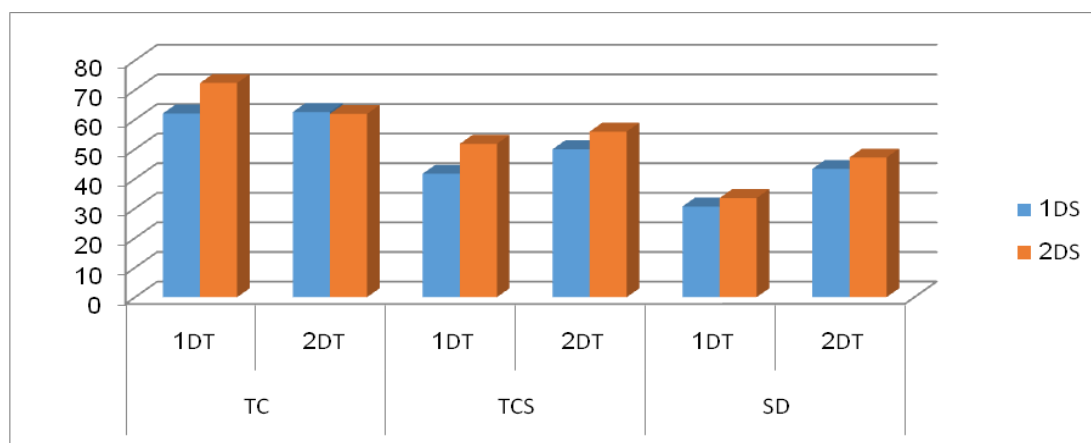


Figure n°26 : Longueurs des racines de la plante de cameline (cm), sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 08: Analyse de la variance de la hauteur de la plante de la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	90,375	7	12,911				
F1 Technique culturale	70,716	1	70,716	20,506	0,01851		
VAR.BLOCS	9,313	3	3,104	0,9	0,5336		
VAR.RESIDUELLE 1	10,346	3	3,449			1,857	12,85%
VAR.TOTALE	147,309	31	4,752				
VAR.F2 Date de semis	17,985	1	17,985	9,595	0,00612		
VAR.F3 Dose de semis	0,43	1	0,43	0,229	0,64206		
VAR.INTER F1*2	0,044	1	0,044	0,024	0,87428		
VAR.INTER F1*3	0,257	1	0,257	0,137	0,71546		
VAR.INTER F2*3	0,784	1	0,784	0,418	0,5325		
VAR.INTER F1*2*3	3,692	1	3,692	1,97	0,17452		
VAR.TOT.S-BLOC	90,375	7	12,911	6,888	0,00049		
VAR.RESIDUELLE 2	33,74	18	1,874			1,369	9,48%

3.6. L'humidité des siliques

Pour ce paramètre, l'analyse statistique révèle un effet significatif de la technique culturale (technique culturale), et non significatif pour la date de mise en place de la cameline(DT), la dose de semis (DS) et même les interactions (technique culturale× DT), (technique culturale ×DS), (DT×DS) et (technique culturale× DT×DS) (figure n° 27).

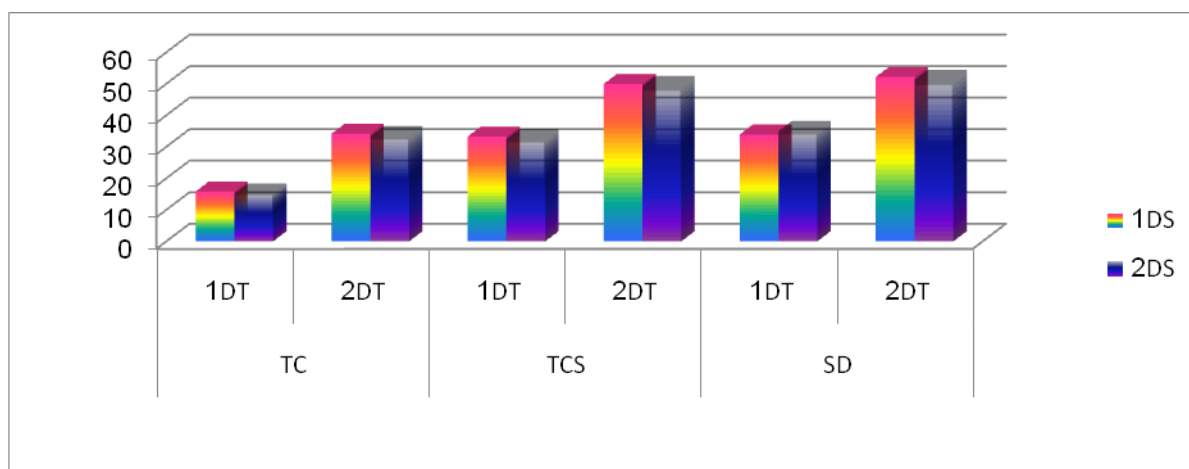


Figure n°27: Humidité des siliques, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale × date de semis × dose de semis).

La teneur en humidité de la silique est mesurée dans le but d'indiquer la date optimale de la récolte, et pour minimiser les pertes des grains au niveau de la parcelle à cause de chute des grains sous l'effet des températures élevées au fin cycle de la cameline (stade maturité complète).

3.7. Poids de la matière sèche (biomasse aérienne produite)

La biomasse aérienne produite au stade maturité physiologique de la cameline (*Camelina Sativa L. Crantz*) est très hautement significativement ; elle est affectée sous l'effet de technique culturale. Toutefois, la différence est non significative sous l'action de la date de semis (DT), ainsi que sous la dose de semis (DS), aussi, les interactions (technique culturale \times DT), (technique culturale \times DS), (DT \times DS) et (technique culturale \times DT \times DS). En revanche, les résultats révèlent un effet divergent uniquement sous l'action des modes travaux de sol conventionnels (TC) (Tableau 09).

Sous l'effet technique culturale, la variable BIO (biomasse en q/ha) prend la valeur 57.96 q/ha (TC), cependant, elle se réduit à 25.71 en (SD) et 18.39 (TCS) (figure n° 28.a).

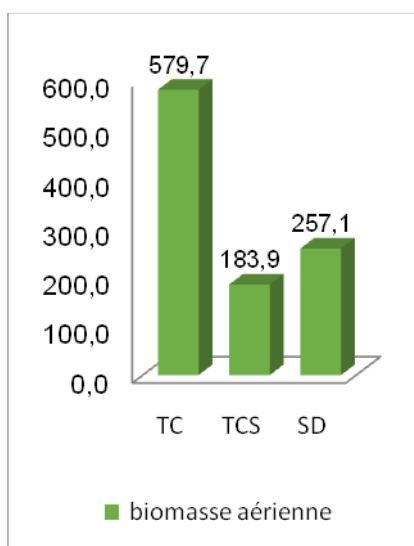


Figure n°28.a : Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet Technique culturale.

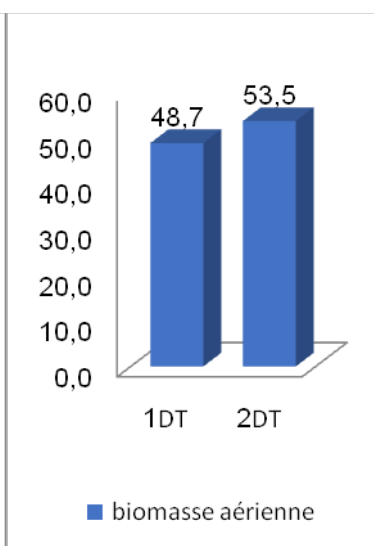


Figure n°28.b : Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet date de semis.

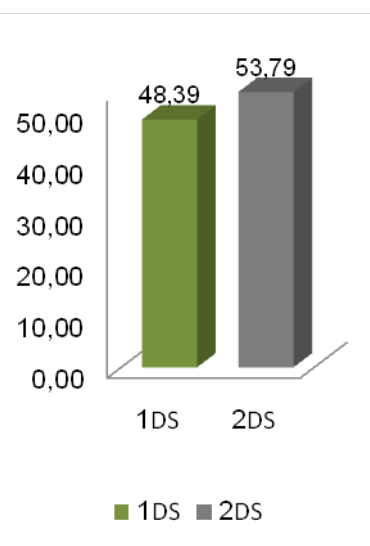


Figure n°28.c : Biomasse aérienne produit à la récolte sous l'effet dose de semis.

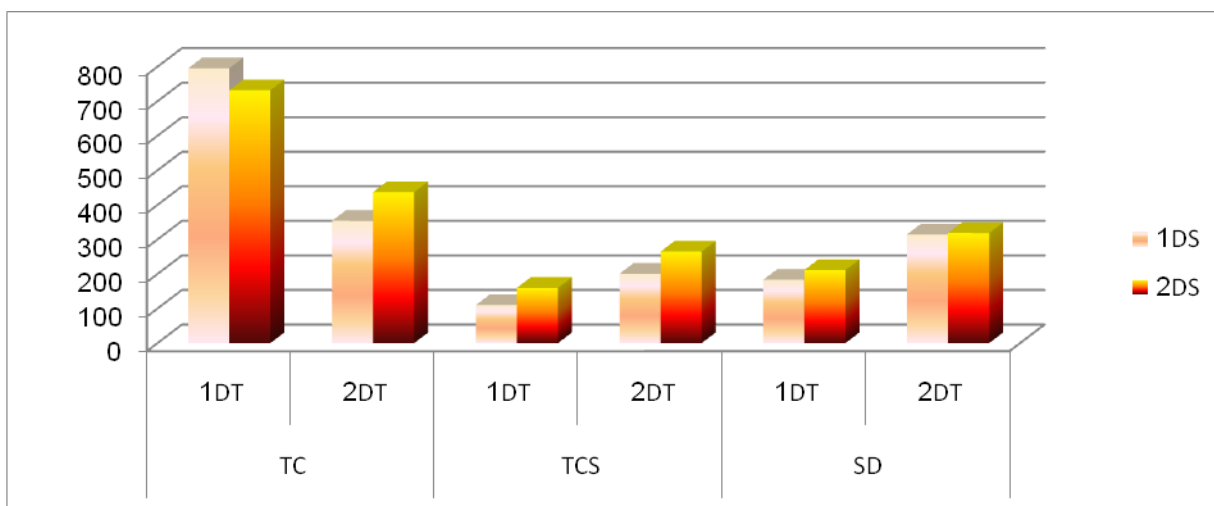


Figure n°29 : Biomasse aérienne produit à la récolte, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 09: Analyse de la variance pour la biomasse aérienne réalisée à la récolte de la culture de la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	1494246	11	135840.6				
F1 Technique culturale	1418779	2	709389.6	66.759	0.00019		
VAR.BLOCS	11710.25	3	3903.417	0.367	0.78092		
VAR.RESIDUELLE 1	63756.88	6	10626.15			103.083	30.30%
VAR.TOTALE	2409615	47	51268.41				
VAR.F2 Date de semis	30401.75	1	30401.75	3.401	0.07292		
VAR.F3 Dose de semis	9185.75	1	9185.75	1.028	0.32113		
VAR.INTER F1*2	606862.6	2	303431.3	33.949	0		
VAR.INTER F1*3	5281.375	2	2640.688	0.295	0.7503		
VAR.INTER F2*3	6255.25	1	6255.25	0.7	0.41492		
VAR.INTER F1*2*3	16059.38	2	8029.688	0.898	0.4217		
VAR.TOT.S-BLOC	1494246	11	135840.6	15.198	0		
VAR.RESIDUELLE 2	241322.9	27	8937.884			94.54	27.79%

3.8. Composantes du rendement

3.8.1. Ramifications de la plante de la cameline

L'analyse statistique révèle un effet très hautement significatif de la technique culturale et la date de semis, ainsi que l'interaction (technique culturale× DS), tableau 08. Mais pour la date de semis l'effet est non significatifs de même que pour les interactions (technique culturale× DT), (DT×DS) et (technique culturale× DT×DS) tableau 10.

Le nombre de rameaux sous l'effet (technique culturale) (figure 30.a) prend les valeurs de 12.6 (TC) à 10.06 (TCS) et 10.15 (SD). Le nombre des rameaux sous l'effet de la dose de semis varie entre 11.95 (DS1) et 9.94 (DS2). En effet, il diverge significativement du traitement (SD×DT1) et celui (TC×DT1) avec 8.87 et 13.91 respectivement.

La comparaison des moyennes pour les techniques culturales donne deux groupes homogènes; groupe A, représenté par le travail conventionnel (TC) et le groupe B, représenté par la technique culturale simplifiée (TCS) et le semis direct (SD). Cependant, pour l'interaction (technique culturale ×DT), on distingue deux groupes homogènes; groupe A regroupe les interactions suivantes (TC×DT1, TCS×DT2, TCS×DT1, SD×DT2) et groupe B, représenté par (TC×DT2 et SD×DT1).

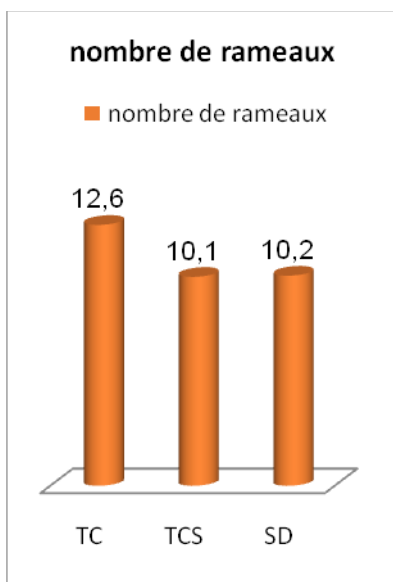


Figure n°30.a : Nombre des rameaux sous l'effet Technique culturale.

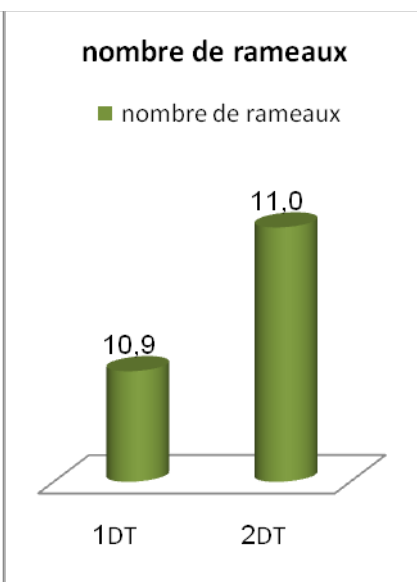


Figure n°30.b : Nombre des rameaux sous l'effet date de semis.

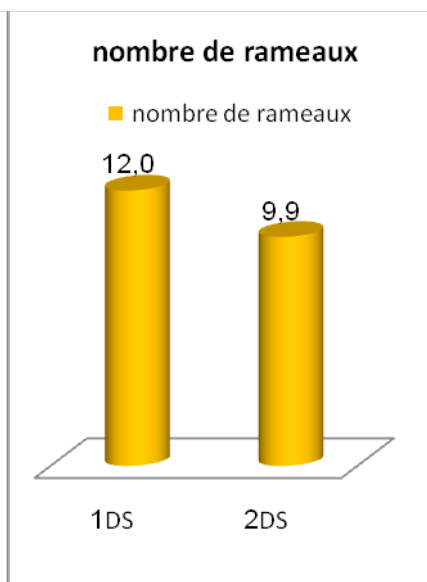


Figure n°30.c : Nombre des rameaux sous l'effet dose de semis.

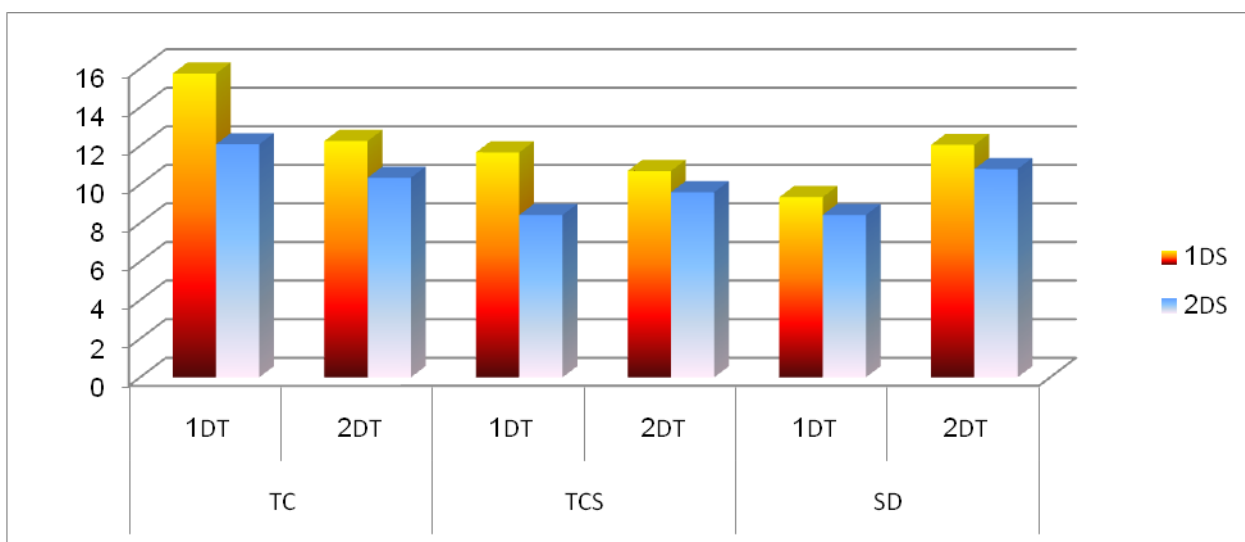


Figure n°31: Nombre des rameaux, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 10: Analyse de la variance du nombre de ramification de la plante de la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale-bloc	96.394	11	8.763				
F1 Technique culturale	65.828	2	32.914	22.863	0.00198		
Var. blocs	21.929	3	7.31	5.077	0.04435		
Var. residuelle 1	8.638	6	1.44			1.2	10.96%
Var. totale	265.296	47	5.645				
VAR.F2 date de semis	0.002	1	0.002	0.001	0.97189		
VAR.F3 dose de semis	48.682	1	48.682	24.733	0.00005		
Var. inter f1*2	53.331	2	26.666	13.547	0.0001		
Var. inter f1*3	5.907	2	2.954	1.501	0.24005		
Var. inter f2*3	4.284	1	4.284	2.176	0.14812		
Var. inter f1*2*3	3.55	2	1.775	0.902	0.42032		
Var. tot.s-bloc	96.394	11	8.763	4.452	0.00078		
Var. residuelle 2	53.145	27	1.968			1.403	12.81%

3.8.2. Nombre de siliques par plante

Le nombre de siliques par plante est un paramètre important qui conditionne le rendement final en grains, la moyenne générale de l'essai est de 209.72 siliques/ plante, avec un écart type de 97,99.

Les résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de siliques par plante montrent une différence très hautement significative entre les différentes techniques culturales, avec u CV de 46,73% (tableau 11).

L'analyse de la moyenne montre que le travail conventionnel (TC) accapare la première place avec 364,62 siliques/ plante, le travail culturale simplifié (TCS) et le semis direct (SD) sont loin en dernier avec respectivement 136.9 et 127.8 siliques/ plante (figure n° 32.a). Alors que, les effets de date de semis et la dose de semis ainsi que les interactions (technique culturale × DS), (DT ×DS) et (technique culturale × DT ×DS) sont nulles et n'influent pas sur le nombre des rameaux.

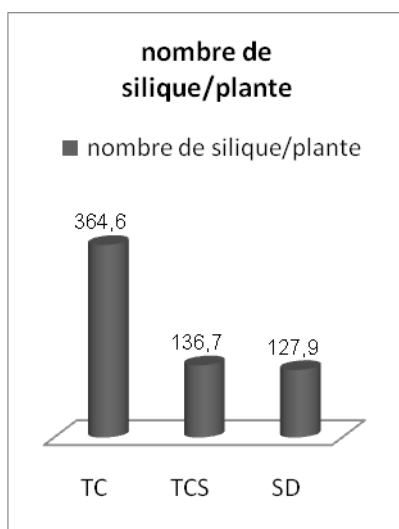


Figure n°32.a : Nombre de silique par plante sous l'effet Technique culturale.

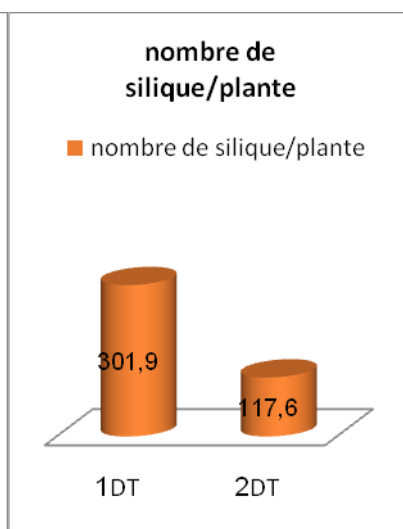


Figure n°32.b : Nombre de silique par plante sous l'effet date de semis.

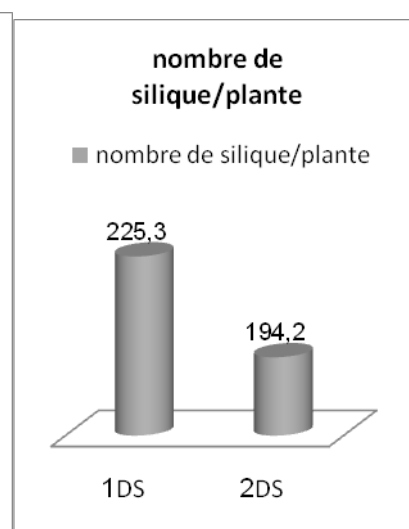


Figure n°32.c : Nombre silique par plante la effet dose de semis.

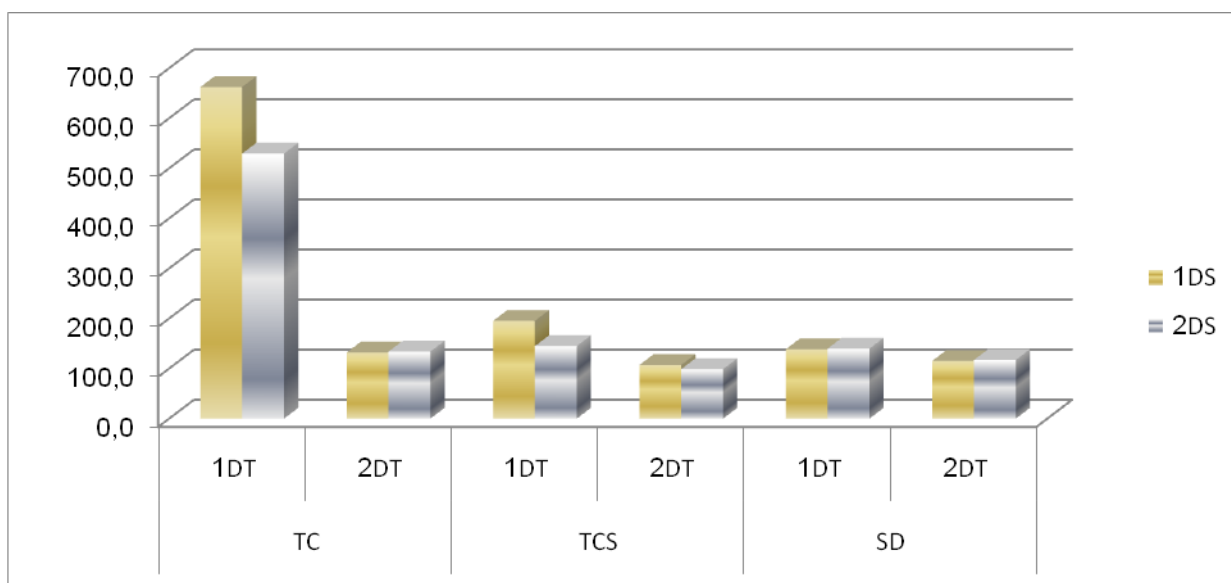


Figure n°33: Nombre de silique par plante, sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

L'analyse de la comparaison des moyennes pour les techniques culturales, donne deux groupes homogènes; groupe A représenté par le travail conventionnel (TC) et le groupe B, représenté par la technique culturale simplifié (TCS) et le semis direct (SD).

Tableau 11: Analyse de la variance du nombre de siliques par plante chez la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	718473,1	11	65315,74				
F1 Technique culturale	576500,9	2	288250,4	28,248	0,00122		
VAR.BLOCS	80745,5	3	26915,17	2,638	0,14383		
VAR.RESIDUELLE 1	61226,75	6	10204,46			101,017	48,17%
VAR.TOTALE	1895290	47	40325,32				
VAR.F2 Date de semis	407625,9	1	407625,9	42,448	0		
VAR.F3 Dose de semis	11614,88	1	11614,88	1,21	0,28109		
VAR.INTER F1*2	469341,1	2	234670,6	24,438	0		
VAR.INTER F1*3	9051,875	2	4525,938	0,471	0,63444		
VAR.INTER F2*3	10501,75	1	10501,75	1,094	0,30581		
VAR.INTER F1*2*3	9404,375	2	4702,188	0,49	0,6234		
VAR.TOT.S-BLOC	718473,1	11	65315,74	6,802	0,00003		
VAR.RESIDUELLE 2	259276,9	27	9602,848			97,994	46,73%

Le nombre de siliques par plante chez la cameline est un paramètre déterminant de rendement en grains, il dépend largement des conditions de nutriment pendant la phase

montaison, il peut être diminué par une quantité trop faible d'éléments disponibles, un fonctionnement ou une densité racinaire déficiente et à la concurrence des adventice.

3.8.3. Nombre de grains par silique

Les résultats relatifs au nombre de grains par silique sont représentés dans le tableau 12, et illustrés par les histogrammes des figures 34.a, 34.b et 34.c. citées ci-dessous.

L'analyse de la variance a montré une différence pour le nombre de grains par silique avec un coefficient de variation de 09.4%.

Alors, les résultats de l'analyse de moyenne générale de l'essai est de 11.87 grains/ silique, et un écart type est de 1.07 grains/ silique. Les techniques culturales étudiées ont marqué une moyenne de grains variant entre 13.33 ; 11.46 et 10.83 grains par silique pour chaque technique (TC, TCS et SD) respectivement, (figure n°34.a). Donc, au seuil de 0.01%, du nombre de grains par silique, la technique culturale influe très hautement significativement. Aussi, pour le facteur date de mise en place de la culture de cameline (figure 32.b). Cependant, la dose de semis n'a aucune influence sur le variable grains/ silique (figure 34.c).

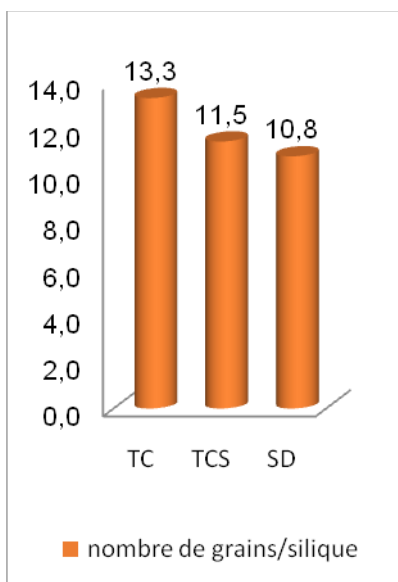


Figure n°34.a : Nombre de grains/silique par plante sous l'effet Technique culturale.

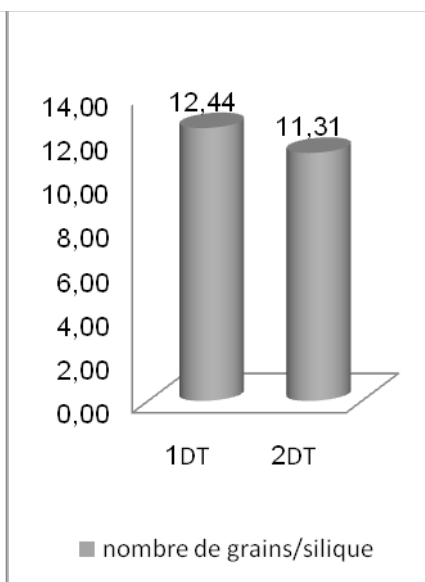


Figure n°34.b : Nombre de grains/silique sous l'effet date de semis.

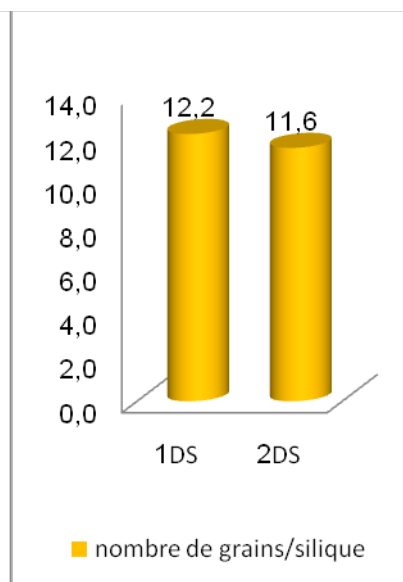


Figure n°34.c : Nombre grains/silique sous l'effet dose de semis.

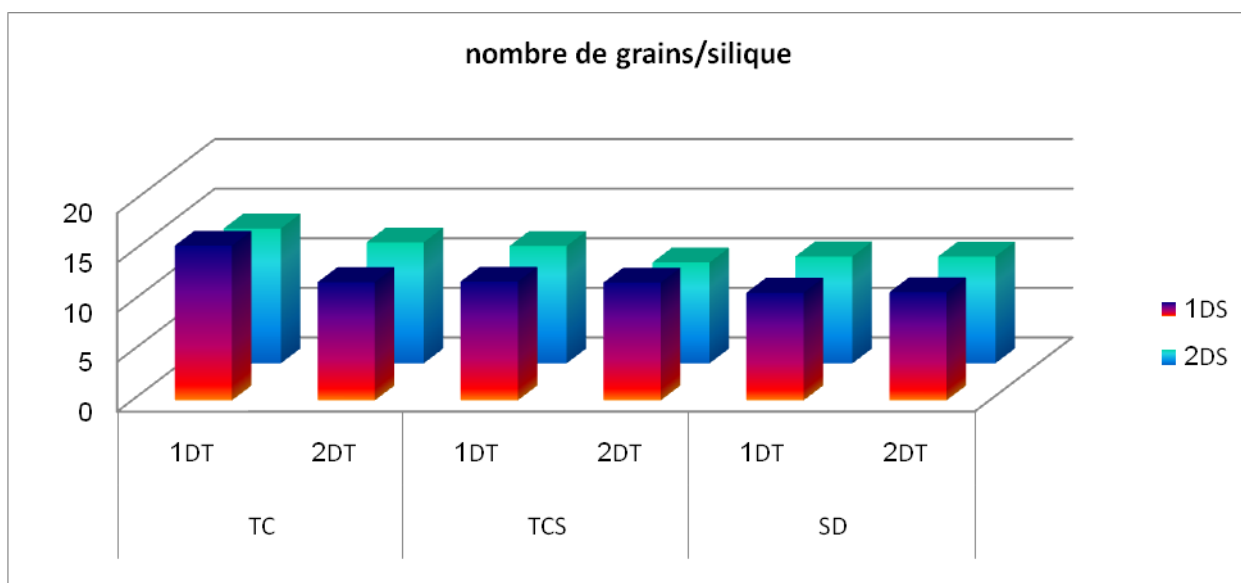


Figure n°35: Nombre de grains/silique par plante sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

La comparaison des moyennes de test de Newman-keuls fait ressortir deux groupes homogènes pour les techniques culturales, group A, représenté par le travail conventionnel (TC), et group B, représenté par le travail cultural simplifié (TCS) et le semis direct (SD).

Tableau 12: Analyse de la variance du nombre de grains par silique de la plante de cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	65,989	11	5,999				
F1 Technique culturale	54,105	2	27,053	18,482	0,00322		
VAR.BLOCS	3,101	3	1,034	0,706	0,58422		
VAR.RESIDUELLE 1	8,783	6	1,464			1,21	10,19%
VAR.TOTALE	140,023	47	2,979				
VAR.F2 Date de semis	15,413	1	15,413	13,378	0,00118		
VAR.F3 Dose de semis	4,788	1	4,788	4,156	0,04895		
VAR.INTER F1*2	13,417	2	6,709	5,822	0,00793		
VAR.INTER F1*3	1,696	2	0,848	0,736	0,49235		
VAR.INTER F2*3	0,154	1	0,154	0,134	0,71768		
VAR.INTER F1*2*3	7,457	2	3,728	3,236	0,05384		
VAR.TOT.S-BLOC	65,989	11	5,999	5,207	0,00024		
VAR.RESIDUELLE 2	31,109	27	1,152			1,073	9,04%

On note que, le nombre de grains par silique est influencé comme s'est souligné par le nombre de silique par plante. Egalement, la quantité de graines produite par plante est en fonction de la durée de l'enherbement. En effet, la présence des adventices réduit la capacité reproductive de la culture et entraîne une réduction du nombre de graines par silique et par conséquence de rendement final en grains.

3.8.4. Poids de milles grains

L'analyse de variance indique que la variable relative au poids de mille grains (PMG) chez la cameline est affectée significativement sous l'effet de la date de mise en place de la culture de cameline. La variable PMG moyenne de l'essai s'élève à 1.03g, avec un écart type de 0.14g. Alors que, le poids de mille grains est plus élevé pour la première date de semis (DT1) avec 1.07g, comparé avec la deuxième date (0.98g), comme le montre la figure n° 36.b. Le PMG n'est pas affecté par la technique culturale, la dose de semis, et l'ensemble des interactions (technique culturale× DT), (technique culturale× DS), (DT×DS) et (technique culturale× DT×DS), (tableau 13).

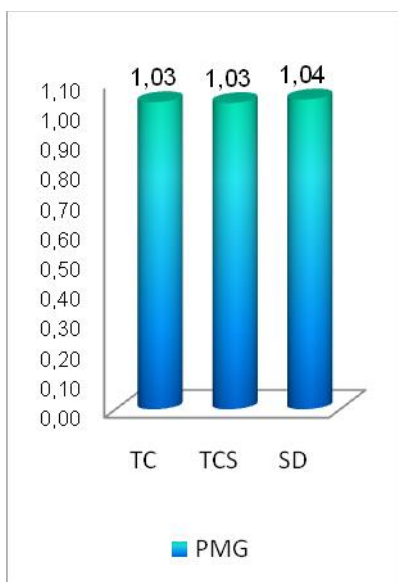


Figure n°36.a : Poids de mille grains sous l'effet Technique culturale.

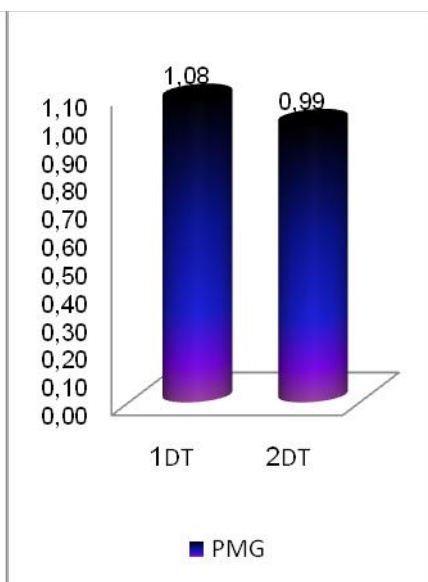


Figure n°36.b : Poids de mille grains sous l'effet date de semis.

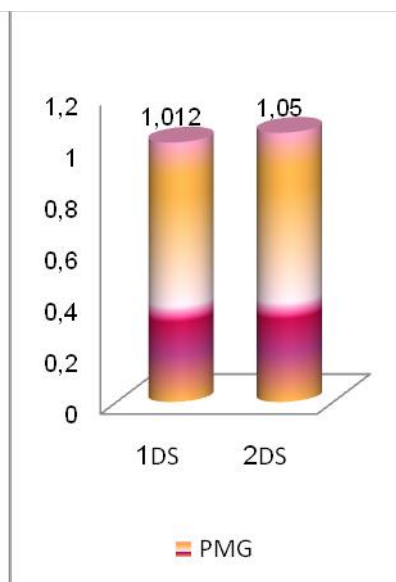


Figure n°36.c : Poids de mille grains sous l'effet dose de semis.

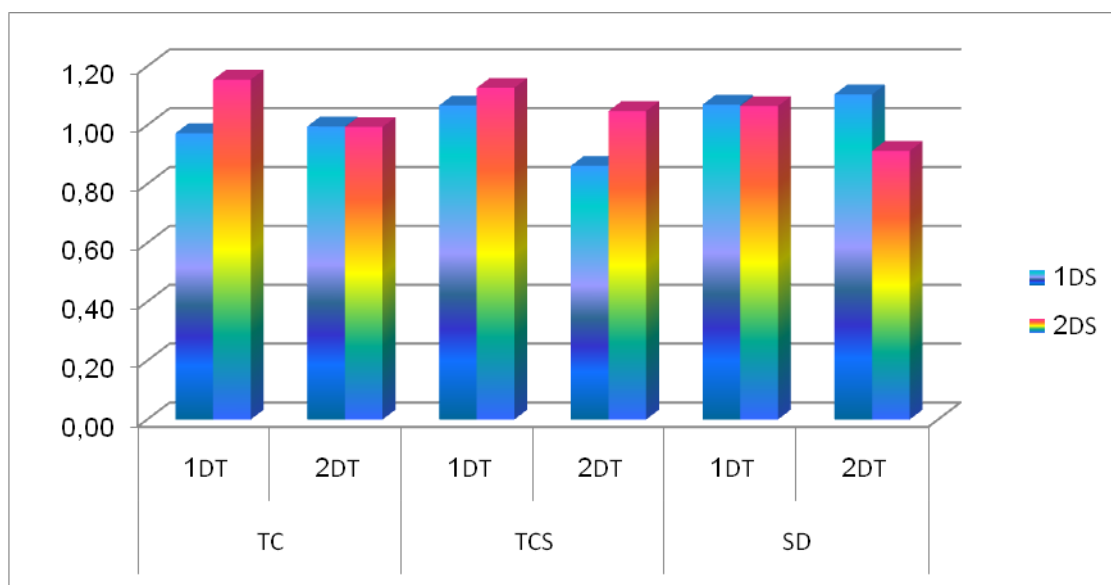


Figure n° 37 : Poids de mille grains sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 13: Analyse de la variance du poids de mille grains de la plante de cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	0,159	11	0,014				
F1 Technique culturale	0,001	2	0,001	0,043	0,95853		
VAR.BLOCS	0,072	3	0,024	1,667	0,27157		
VAR.RESIDUELLE 1	0,086	6	0,014			0,12	11,62%
VAR.TOTALE	1,034	47	0,022				
VAR.F2 Date de semis	0,097	1	0,097	4,821	0,03507		
VAR.F3 Dose de semis	0,018	1	0,018	0,872	0,36141		
VAR.INTER F1*2	0,017	2	0,008	0,418	0,66748		
VAR.INTER F1*3	0,114	2	0,057	2,823	0,07551		
VAR.INTER F2*3	0,02	1	0,02	1,002	0,3274		
VAR.INTER F1*2*3	0,065	2	0,032	1,603	0,21857		
VAR.TOT.S-BLOC	0,159	11	0,014	0,718	0,71244		
VAR.RESIDUELLE 2	0,545	27	0,02			0,142	13,77%

3.8.5. Rendement en grains

Selon le tableau 14, le rendement en grains (RDTT, qha-1) de la cameline montre un effet très hautement significatif au seuil de 0.01% entre les trois techniques culturales; aussi que l'interaction technique culturale × date de semis. Les calculs des moyennes montrent que la moyenne de l'essai de RDTT s'élève à 8.84q/ ha.

L'analyse des moyennes montrent que le travail conventionnel (TC) occupe la première place avec 13.45 q/ ha, suivi par le travail cultural simplifié (TCS) avec 7.5 q/ ha et enfin le semis direct (SD) avec 5.95 q/ ha, (figure n°38.a). En effet, le RDTT ne semble pas diverger sous l'effet de la date de semis (DT), la dose de semis (DS), des effets des interactions (technique culturale× DS), (DT×DS) et (technique culturale× DT×DS) (tableau 14).

Les techniques culturales se sont distinguées par deux groupes homogènes avec en tête le travail conventionnel (TC), suivi par le travail minimum (TCS) et le semis direct (SD) qui est caractérisé par le rendement le plus faible avec 5.95 q/ ha.

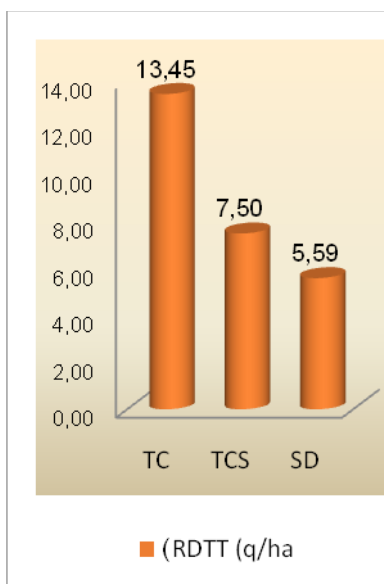


Figure n°38.a : Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet Technique culturale.

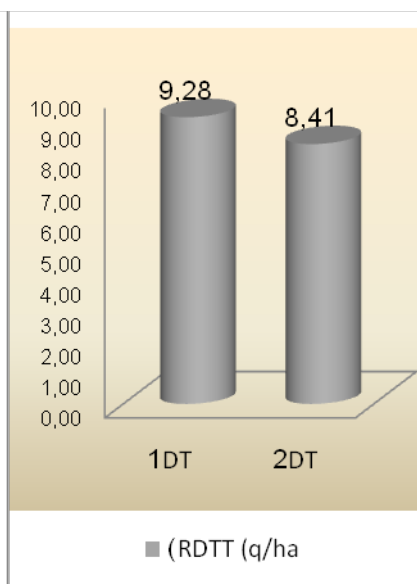


Figure n°38.b : Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet date de semis.

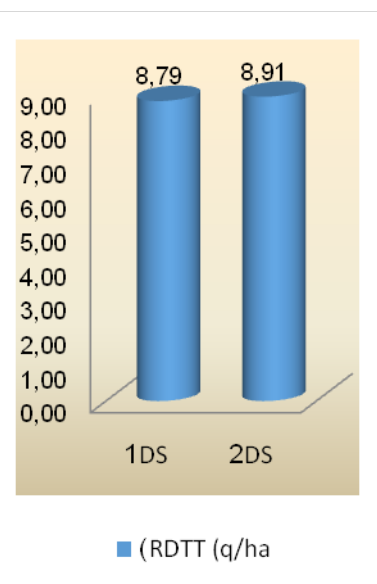


Figure n°39.c : Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet dose de semis.

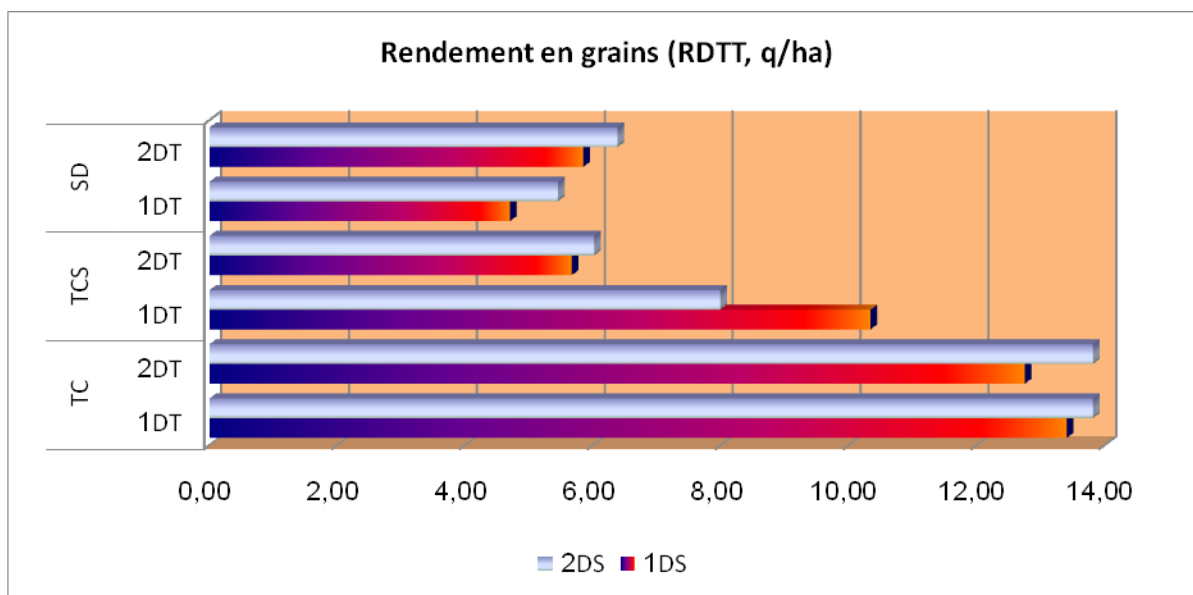


Figure n°39 : Rendement en grains réel (RDTT, q/ha) sous l'effet de l'interaction (Technique culturale × date de semis × dose de semis).

Tableau 14: Analyse de la variance de rendement en grains réel (RDTT, q/ha) de la plante de cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	585.786	11	53.253				
F1 Technique culturale	537.409	2	268.704	40.369	0.00055		
VAR.BLOCS	8.44	3	2.813	0.423	0.74539		
VAR.RESIDUELLE 1	39.937	6	6.656			2.58	29.16%
VAR.TOTALE	744.469	47	15.84				
VAR.F2 Date de semis	9.091	1	9.091	2.606	0.11431		
VAR.F3 Dose de semis	0.191	1	0.191	0.055	0.8116		
VAR.INTER F1*2	39.823	2	19.912	5.708	0.00857		
VAR.INTER F1*3	7.631	2	3.815	1.094	0.35045		
VAR.INTER F2*3	3.292	1	3.292	0.944	0.34184		
VAR.INTER F1*2*3	4.477	2	2.238	0.642	0.53892		
VAR.TOT.S-BLOC	585.786	11	53.253	15.267	0		
VAR.RESIDUELLE 2	94.178	27	3.488			1.868	21.11%

3.8.6. Rendement en paille

L'analyse statistique révèle un effet très hautement significatif de la technique culturale et l'interaction (technique culturale × DT). La date de semis (DT) affecte significativement le rendement en paille (tableau 12). Mais pour la dose de semis (DS), l'effet est non significatif, de

même les interactions ; (technique culturale× DS), (DT×DS) et (technique culturale× DT×DS) (tableau 15).

Les histogrammes de la figure 40.a, b et c, cités ci-dessous montrent que les valeurs obtenus en technique de travail conventionnel (TC) donne un rendement en paille de 44.83 q/ ha, et est plus élevé que les résultats obtenus dans les autres techniques à savoir le travail minimum (TCS) et le semis direct (SD) avec des rendements respectifs de 15.50 q/ ha et 20.11 q/ ha. Le rendement en paille est lié principalement à la densité de la levée des plantes/ m², la hauteur moyenne des plantes obtenues dans chaque technique ainsi que le nombre des rameaux et la biomasse aérienne.

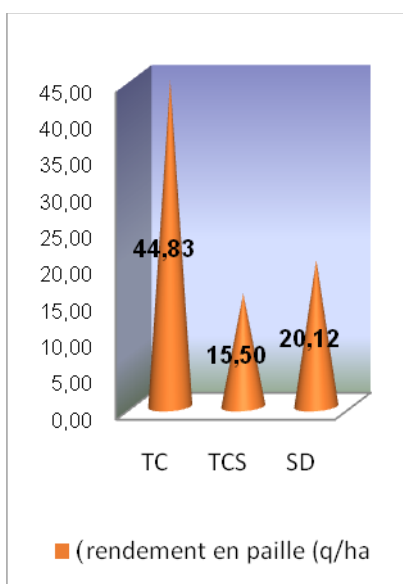


Figure n°40.a: Rendement en paille (q/ha) sous l'effet Technique culturale.

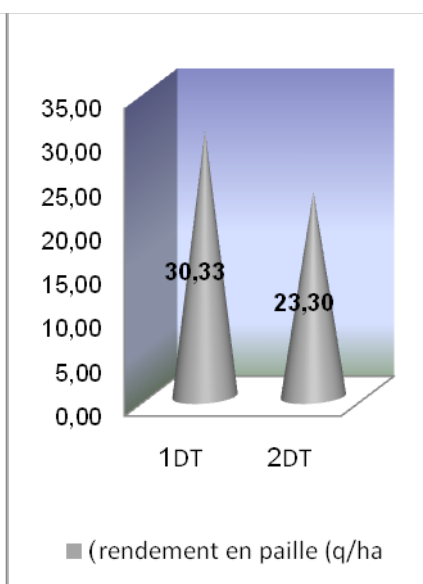


Figure n°40.b : Rendement en paille (q/ha) sous l'effet date de semis.

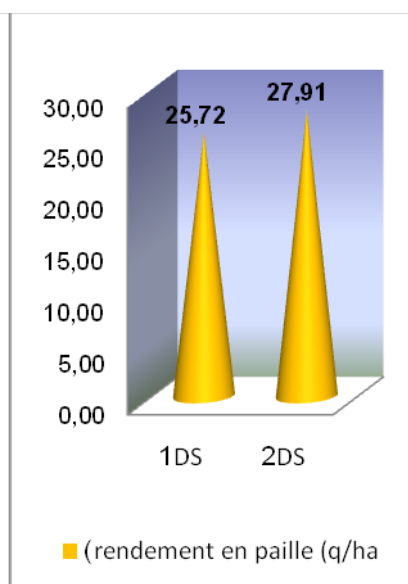


Figure n°40.c : Rendement en paille (q/ha) sous l'effet dose de semis.

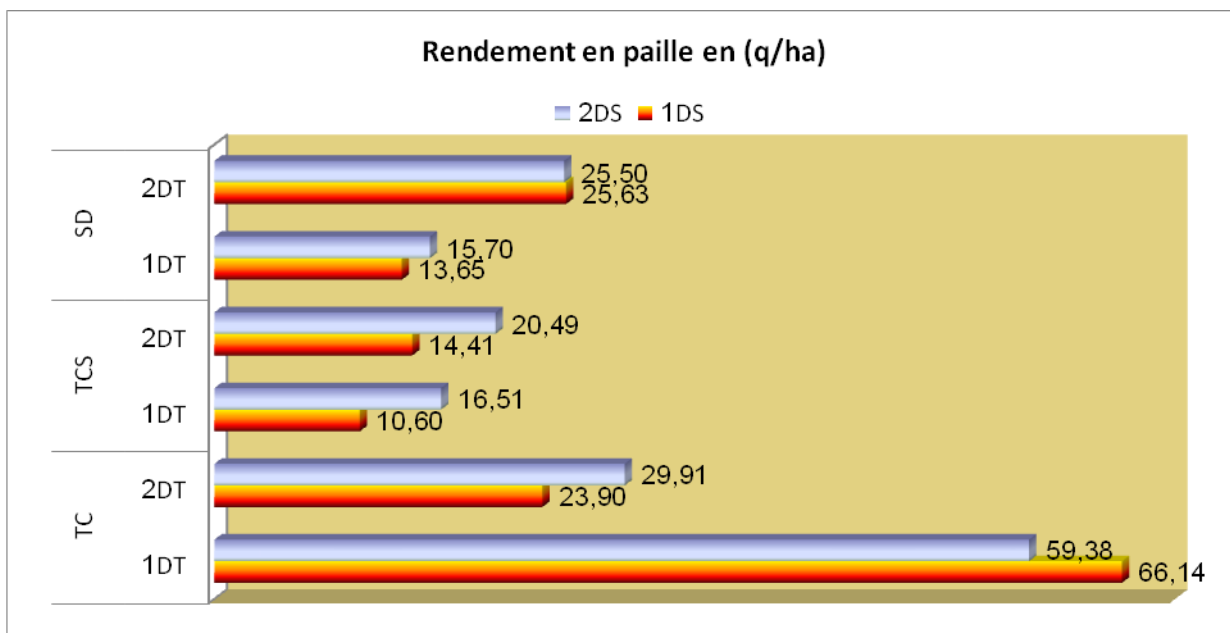


Figure n°41 : Rendement en paille (q/ha) sous l'effet de l'interaction (Technique culturale, date de semis et dose de semis).

Tableau 15: Analyse de la variance de rendement en paille (q/ ha) de la plante de cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	8666.241	11	787.84				
F1 Technique culturale	7958.678	2	3979.339	38.743	0.0006		
VAR.BLOCS	91.293	3	30.431	0.296	0.82792		
VAR.RESIDUELLE 1	616.271	6	102.712			10.135	37.79%
VAR.TOTALE	16804.13	47	357.535				
VAR.F2 Date de semis	592.486	1	592.486	7.461	0.01062		
VAR.F3 Dose de semis	57.725	1	57.725	0.727	0.40583		
VAR.INTER F1*2	5085.488	2	2542.744	32.021	0		
VAR.INTER F1*3	90.349	2	45.174	0.569	0.57786		
VAR.INTER F2*3	38.453	1	38.453	0.484	0.49913		
VAR.INTER F1*2*3	129.354	2	64.677	0.814	0.45681		
VAR.TOT.S-BLOC	8666.241	11	787.84	9.921	0		
VAR.RESIDUELLE 2	2144.037	27	79.409			8.911	33.23%

3.8.7. L'indice de récolte (IR)

L'indice de récolte représente le rapport du rendement en grains sur le poids de la biomasse exprimé en matière sèche rendement total (grains+ paille). L'IR c'est un indicateur de la capacité de la culture à produire des grains sous les contraintes hydriques auxquelles il est

soumis, une valeur élevée de ce rapport signifie que la translocation de photosynthétats vers les sites est bonne et qu'une part importante de ces derniers a contribué au remplissage des grains.

Les résultats obtenus en tableau 16, montrent que ni la technique culturale ni la date de mise en place de la cameline et aussi ni la dose de semis n'affecte significativement l'indice de récolte (IR). Même les interactions (technique culturale× DS), (DT×DS) et (technique culturale ×DT×DS) n'affectent pas l'indice de récolte tableau 16. Sauf l'interaction (technique culturale x DT), qui est très hautement significative, avec un CV de 30,32% ;

L'analyse des moyennes montre que les valeurs varient de 4.43% en TC, à 3.46% en TCS et en fin 4.72 en SD . Sous l'effet date de semis, l'indice de récolte varie de 4.34 en deuxième date (DT2) à 4.07% en première date (DT1).

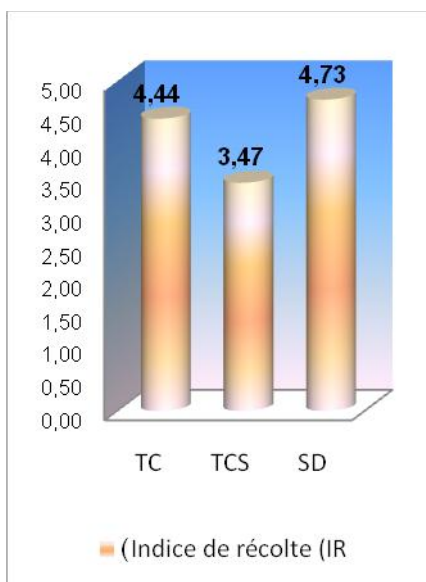


Figure n°42.a: Indice de récolte sous l'effet Technique culturale.

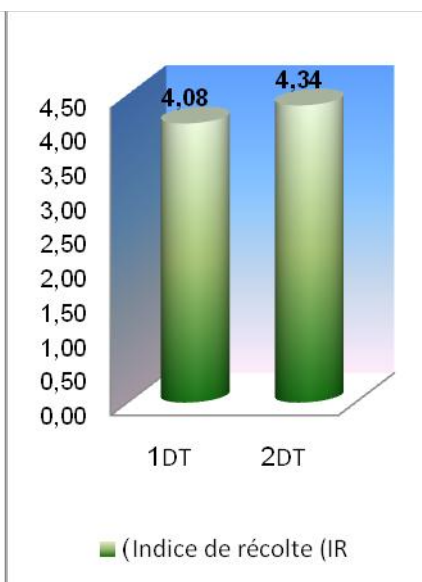


Figure n°42.b : Indice de récolte sous l'effet date de semis.

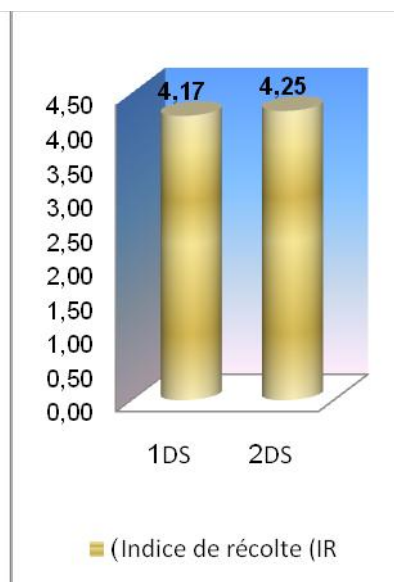


Figure n°42.c : Indice de récolte sous l'effet dose de semis.

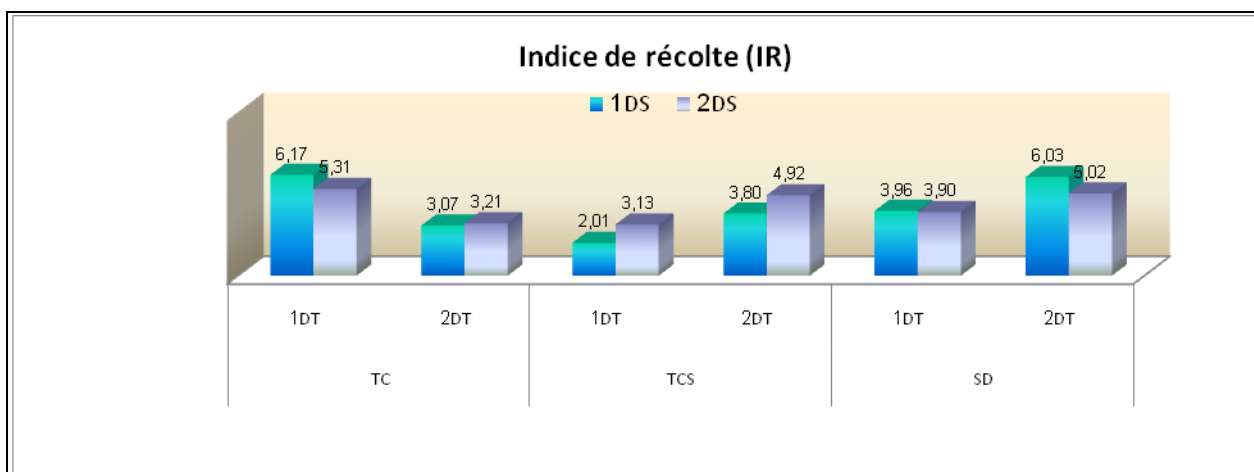


Figure n°43 : Indice de récolte sous l'effet de l'interaction (Technique culturale □ date de semis □ dose de semis).

Tableau 16: Analyse de la variance de l'indice de récolte de la culture de la cameline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT.S-BLOC	34.278	11	3.116				
F1 Technique culturale	13.989	2	6.994	2.201	0.19147		
VAR.BLOCS	1.222	3	0.407	0.128	0.93923		
VAR.RESIDUELLE 1	19.067	6	3.178			1.783	42.34%
VAR.TOTALE	137.007	47	2.915				
VAR.F2 Date de semis	0.827	1	0.827	0.507	0.48899		
VAR.F3 Dose de semis	0.064	1	0.064	0.04	0.83817		
VAR.INTER F1*2	49.324	2	24.662	15.128	0.00005		
VAR.INTER F1*3	6.621	2	3.311	2.031	0.14893		
VAR.INTER F2*3	0.001	1	0.001	0.001	0.97959		
VAR.INTER F1*2*3	1.877	2	0.939	0.576	0.57402		
VAR.TOT.S-BLOC	34.278	11	3.116	1.912	0.08309		
VAR.RESIDUELLE 2	44.015	27	1.63			1.277	30.32%

Conclusion générale

On rappelle que l'objectif de notre travail a été de tester les différentes technologies de travail du sol et essentiellement les techniques de l'agriculture de conservation comme le semis direct et le travail minimum. De fait, les techniques comparées ont été le travail conventionnel (avec un labour profond), le travail minimum (passage d'un outil à dent: chisel), et enfin la technique du travail zéro ou semis direct.

Les essais réalisés à la station expérimentale de l'I.N.R.A de Sétif, ont permis d'étudier l'effet de ces trois technologies à travers le comportement d'une plante oléagineuse de la cameline (*Cameliasativa L. Crantz*), nouvellement expérimentée en Algérie, ainsi que sa réponse à l'effet date de mise en place et la dose de semis. L'objectif principal de notre travail est de dresser un profil hydrique du sol en fonction des stades clés du cycle physiologique de la plante et enfin de donner une appréciation générale sur les caractères agronomiques et morphologique de la culture sous l'effet des différents techniques et notamment celle de la technique du semis direct.

Telle qu'elle est décrit par nombreux auteurs (Martinelli et Galasso, 2010;Obour et *al.*, 2010; Zeneti et *al.*, 2021) la cameline est une plante oléagineuse, légumineuse fourragère, de couverture du sol. En revanche, elle est utile en management de l'agro-système des Hautes Plateaux Sétifiennes. Effectivement, elle est dite économique en s'adaptant avec en environnement déficitaire en eau, elle ne recommande pas d'apports de fertilisants, ni de produit phytosanitaires. Dès lors, elle se démarque comme plante économiquement utile. En revanche, la reconduction de la culture de la cameline sur plusieurs années semble prometteuse en agriculture dite durable. L'investigation est originale, dès lors elle s'acquiert plus d'attention pour sa reconduction.

Le rendement global obtenu est pratiquement varié en fonction de type ou système de travail du sol appliqué. On souligne que la technique de travail conventionnel nous a donné des résultats satisfaisants en terme matière végétale et composantes de rendement et elle a été plus avantageuse comparé aux autres techniques (le travail minimum et le semis direct). Cependant, le semis direct donne aussi des résultats probants sur plusieurs plans ; car à moindre cout on obtient de rendements acceptables en conditions semi-arides contraignantes, en plus ces avantages sur les facteurs environnementaux.

Sur le plan agronomique, on s'intéresse aux composantes de rendement et notamment le poids de mille grains. Les composantes de rendements ont été très satisfaisantes dans le semis

direct et sans négligé l'effet positif de cette technique sur le bilan hydrique dans le sol. Les taux d'humidité en fin de cycle été plus élevé en technique semis direct, notamment en patrie sous jacente du sol.

A travers les résultats de ce travail, on a nullement la prétention d'affirmer ou de conclure définitivement sur l'adoption de la technique du semis direct en Algérie, et c'est pour cela on suggère que de plus amples études seront nécessaires à l'avenir. On estime que les résultats de ce modeste travail devront être poursuivis à l'avenir sur plusieurs années afin de cerner les avantages et les inconvénients de cette nouvelle technologie selon la spécificité des régions agro-écologiques et des spécificités des exploitations agricoles et cela pour songer à son intégration dans le système de production à l'échelle régionale et aussi à l'échelle nationale.

Référence bibliographiques

- Abdllaoui Z, Tesskrat H., Belhadj A., et Zaghoun O., 2011.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. Actes du 4^{ème} rencontre méditerranéen du semis direct , Sétif , Algérie ,
- Aboudrare A., 2009.** Agronomie durable : principe et pratique, Ed. Rapport de formation continue , p 46 .
- Abramovič, H. and Abram, V. (2005).** Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of camelinasativa oil. Food Technology and Biotechnology, 43, 63–70.
- Anderson, G. and Olsson, G. (1950).** Feldversuch mit Leindotter—Camelina sativa Crantz. Sveriges Ustades. Tidskr. 60: 440–458.
- ANONYME, 2009.** La rotation en grandes cultures, fiche n° : 01. 2p.
- Ares E., 2006.** Le semis direct économique et écologique. La coopérative agricole juillet-août 2006 ; la Coop fédérée www.lacoop.coop . p. 22-30.
- Arnalatares P., 2006.** Semis directs dans la vallée moyenne de l'Ebre : Résumé des résultats et analyse économique. Option Méditerranéennes, Série A, Numéro 69. pp 77-85.
- ARNON D., 1972.** Le travail du sol pour une agriculture durable. FAO
- BAGHEM O., 2012.** Effet des Techniques Culturelles sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride. Mém. Mag. Université de Sétif, 78p.
- Benniou R., 2012.** Répertoire de conservation de l'agriculture des sols et des matières organiques journal semi-aride. De Mat. Envsc , n : 3 (1) : 91-98p .
- BOISGONTIER D. , 1995.** Etude des effets de l'agriculture de conservation par rapport à l'agriculture traditionnelle (PDF) : 12-14.
- Bonjean, A. and Le Goffic, F. (1999).** Camelinasativa (L.) Crantz : une opportunité pour l'agriculture et l'industrie européennes. Oilseeds and fats, Crops and Lipids, 6, 28–34.
- Chennafi H, Bouzarzour H, Aidaoui A, Chennafi A. (2005). Positionnement des exigences en eau de la culture de du blé dur avec l'avènement du déficit climatique en milieu semi-aride des Hautes plaines Sétifiennes (Algérie). In: proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation. Valenzano, Bari, Italy, 118-22 Septembre 2008; p: 59-62.
- Chennafi H. (2012).** Amélioration de la productivité du Blé en Environnement déficitaire en eau. Revu Agriculture n°3. Pp 24-27
- Ehrensing, D. T. and Guy, S. O. (2008).** Camelina. EM 8953-E. Oregon State University Extension Service, Corvallis, OR, USA. [Online] Available: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8953-e.pdf>

- El Bassam, N. (2010).** Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications. Earth scan LLC, Washington, DC, USA.
- Fleenor, Richard A.(2011).** Plant guide for Camelina (camelina sativa). USDA-Natural Resources Conservation Service, Spokane, WA 99201.
- Francis, A. and Warwick, S. I. (2009).** The biology of Canadian weeds. 142. Camelina alyssum (Mill.) Thell.; C. microcarpa Andrz. Ex DC.; C. sativa (L.) Crantz. Can. J. Plant Sci. 89: 791–810.
- Galasso, I., Manca, A., Braglia, L., Martinelli, T., Morello, L. and Breviario, D. (2010).** h-TBP: an approach based on intro-length polymorphism for the rapid isolation and characterization of the multiple members of the β -tubulingene family in Camelina sativa (L.) Crantz. Mol. Breeding 12 October 2010 [Epubahead of print].
- FRIEDRICH T., KASSAM A. et MRABET R., 2011.** Agriculture de conservation dans le monde : défis et évolutions. Éd. HTE n° 149/150 – Sept / Déc2011 : pp10-13.
- Gehring, A., Friedt, W., Lühs, W. and Snowdon, R. J. (2006).** Genetic mapping of agronomic traits in false flax (Camelina sativa subsp. sativa). Genome 49: 1555–1563.
- Gugel, R. K. and Falk, K. C. (2006).** Agronomic and seed quality evaluation of Camelina sativa in western Canada. Can. J. Plant Sci. 86: 1047–1058.
- Hutcheon, C., Ditt, R. F., Beilstein, M., Comai, L., Schroeder, J., Goldstein, E., Shewmaker, C. K., Nguyen, T., De Rocher, J. And Kiser, J. (2010).** Poly ploid genome of Camelina sativa revealed by isolation of fatty acid synthesis genes. BMC Plant Biol. 10: 233.
- Klindenberg, Brian. (2008).** E-Flora BC/ Elctronic Atlas of the plants of Britch Columbia. Lab for advanced Spatial Anlysis, Departement of Geography, University of Britch Columbia, Vancouver.
- MAMMERI A. et SILEM M. , 2010.** Contribution à l'étude de l'effet de la technique de semis direct sur la production céréalière en semi-aride. Cas de la région de Béni-Fouda, Sétif. Mémoire d'Ingénieur : université de M'sila, 49p.
- Martinelli, T. and Galasso, I. (2011).** Phenoligcal growth stage of camelina sativa according to the extended BBCH scale. Researcharticl, Istituto di BiotecnologiaAgraria (IBBA), CNR, Via Bassini 15, 2013 Milano, Italy.
- MRABET R. et MOUSSADEK R., 2012.** Guides sur les techniques de gestion des sols pour l'adaptation au changement climatique au Maroc – GIZ : 43p.
- Mrabet R., 2000.** Etude de certains paramètres de durabilité des systèmes de production céréaliculture – élévation dans le contexte de l'intégration des techniques de l'agriculture de conservation, Mémoire de magistère : université de Sétif, 4p.

- Mrabet R., 2001.** Le semis potentiel direct et limite pour une agriculture durable en Afrique du Nord. <http://w.w.w.unca.na.org/pdf>.
- Mulligan, G.A. (2002).** Weedy introduced mustards (Brassicaceae) of Canada. *Canadian Field Naturalist*, 116, 623–631.
- NíEidhin, D. and O'Beirne, D. (2010).** Oxidative stability and acceptability of camelina oil blended with selected fish oils. *Eur. J. Lipid Technol.* 112: 878–886.
- NíEidhin, D., Burke, J. and O'Beirne, D. (2003).** Oxidative stability of ω 3-rich camelina oil and camelina oil-based spread compared with plant and fish oils and sunflower spread. *J. Food Sci.* 68: 345–353.
- Obour A.K., Sintim H.Y., Obeng E., Zheljaskov J.V (2015).** Oilseed camelina (*Camelina sativa* L. Crantz): production systems, prospects and challenges in the USA great plains. *Adv Plants Agri Res.* 2015;2(2):68-76.
- Putnam, D. H., Budin, J. T., Field, L. A. and Breene, W. M. (1993).** Camelina: A promising low-input oilseed. Pages 314–322 in J. Janick and J. E. Simon, eds. *New Crops*. Wiley, New York, NY.
- Quentin CHESNAIS (; Intégration de la cameline au sein des agro-écosystèmes : des relations multi-trophiques complexes.
- Quéro A, Molinié R, Mathiron D, Thiombiano B, Fontaine JX, Brancourt D, Van Wuytswinkel O, Petit E, Demailly H, E., Mongelard G, Pilard S, Thomasset B, Mesnard F., (2016).** Metabolite profiling of developing *Camelina sativa* seeds. *Metabolomics* 12 :186.
- Rode, J. (2002). Study of autochthon *Camelina sativa* (L.) Crantz in Slovenia. *J. Herb. Spic. Med. Plants* 9: 313–318.
- SCHUBETZER CH . , BASTIDE G. et FEIX I. , 2007.** Évaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Travail (TCSL) en France. Éd. ADEME.88p .
- Séguin-Swartz, G., Eynck, C., Gugel, R. K., Strelkov, S. E., Olivier, Klein-Gebbinck, H., Borhan, H, Caldwell, C. D. and Falk, K. C. (2009).** Diseases of *Camelina sativa* (false flax). *Can. J. Plant Pathol.* 31: 375–386.
- Séguy L., S. Bouzinac, C. Maronzzi, 2001.** Système de culture et dynamique de la matière organique. <http://agroécologie>. Cirad. Fr./PDF/postlsfr . pdf.
- Soroka, J., Olivier, C., Grenkow, L. and Séguin-Swartz, G. (2015).** Interactions between *Camelina sativa* (Brassicaceae) and insect pests of canola. *The Canadian Entomologist*, **147**, 193–214.
- Steppuhn, H., Falk, K. C. and Zhou, R. (2010).** Emergence, height, grain yield and oil content of camelina and canola grown in saline media. *Can. J. Soil Sci.* 90: 151–164.

Taranu I, Gras M, Pistol GC, Motiu M, Marin DE, Lefter N, Ropota M, Habeanu M. (2014). ω -3 PUFA rich camelina oil by-products improve the systemic metabolism and spleen cell functions in fattening pigs. PLoS one 9(10): e110186.

USDA, NRCS. (2010). The PLANTS Database. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA, USA. [Online] Available: <http://plants.usda.gov> [27 Aug. 2010].

VADON B. 2006. Contribution à l'étude de l'effet de la technique de semis direct sur la production céréalière en zone semi – aride (ITGC de Sétif).cas de blé dur variété WAHA , Mémoire d'ingénieur : université de M'sila, 9p.

Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H. and Ruckenbauer, P. (1996). Improvement of *Camelina sativa*, an underexploited oilseed. Pages 357–362 in J. Janick, ed. Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA, USA.

Warwick, S. I., Francis, A. and Mulligan, G. A. (1999). Brassicaceae of Canada. Agriculture and Agri-Food Canada. 1999 Updated version. [Online] Available: http://www.scib.gc.ca/spp_pages/brass/index_e.php

Zanetti, F, Alberghini, B, Jeromela, AM. Grahovac, N. Dragana, R. Kiprovski, B. Monti, A. (2021). Camelina, an ancient oilseed crop activity contributing to the rural renaissance in Europe. A review. Agronomy for sustainable development, 02-19.

Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products, **6**, 113–119.

Zubr, J. (2003b). Dietary fatty acids and amino acids of *Camelina sativa* seed. J. Food Qual. **26**: 451–462.

Sites <http://www.michelseed.com/fiches/Cameline.pdf> , <http://www.ogimet.com/fiches/Cameline.pdf>

ملخص

أجريت التجربة خلال الموسم الفلاحي 2022/2021 في محطة أبحاث المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بسطيف. تهدف الدراسة إلى قياس تأثير التقنيات الزراعية لحرث الأرض على مدى تفاعل النبتة الزيتية (كاميلينا). لهذا الصدد قمنا بتجربة لمقارنة ثلاث تقنيات مختلفة لحرث الأرض و هي: العمل التقليدي (بواسطة المحراث)، العمل المقلص (بواسطة المنقاش) و كثافة البذر، [2] مواعيد الزرع [2] مؤشرات إنتاجية الكاميلينا تحدد تحت تأثير تداخل تقنية الزرع البذر المباشر (بدون حرث). لذلك تم تصميم التجربة في تقسيم تعرجي معارفي مع أربع تكرارات. تبين النتائج تقارب و اختلاف معنوي لبعض العناصر مردود الإنتاجية أثبت وجود اختلاف يؤخذ بعين الاعتبار تحت تأثير مختلف التقنيات. المقاسة تحت تأثير العوامل المدروسة. النتائج تبرهن أن نبتة الكاميلينا مفيدة في إدارة النظام الإيكولوجي الزراعي

الكلمات المفتاحية

الكاميلينا، الزرع المباشر، التقنية المعتادة، التقنية المختصرة، المردود، النظام الإيكولوجي الزراعي.

RESUME

Un essai à été réalisé au cours de la saison agricole de 2021/2022, sur le site de la station de recherche de l'INRA de Sétif, L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet de la technique culturale sur le comportement d'une plante oléagineuse ; la cameline (*Camelina Sativa L. Crantz*). C'est dans ce contexte que nous avons entrepris un essai comparatif entre différentes méthodes de travail du sol (le travail conventionnel, le travail cultural simplifié et le semis direct. Les indicateurs de productivité chez la cameline sont déterminés sous l'effet de l'interaction de la technique culturale, la date et la dose de semis. L'aperçu des résultats affiche des convergences et des divergences significatives, pour certaines variables mesurées sous l'effet des facteurs étudiés. Les rendements en grains de la cameline ont montré qu'il y a une différence à prendre en considération entre ces différentes techniques. Les résultats décrivent que la cameline est déterminée utile dans le management l'agroécosystème.

Mots clés: la Cameline, Semis direct, travail conventionnel, travail minimum, rendement, agroécosystème.

SUMMARY

Field experment was conducted during the crop season agricultural 2021/2022, at the site of the INRA research station, Sétif, The objective of this work is to study the effect of the cultivation technique on the behavior of an oilseed Camelina plant (*Camelina Sativa L. Crantz*). It is in this sense that we undertook a comparative test between different methods of tillage which are: conventional tillage (with ploughing), simplified tillage (passage of tine tools) and direct seeding (no tillage). The indications of productivity in the Camelina are determined under the effect of the interaction of the cultural technique. The date and the swing dese. The trial was designed as a split plot factorial with four repetitions. The overview of the results shows significant convergences and divergences, for certain variables measured under the effect of the factors studied. The grain yields of cameline have shown that there is a difference to be taken into consideration between these different techniques. The results describe that camelina is found to be useful in agroecosystem management.

Keywords: Camelina, direct seeding, conventional tillage, minimum tillage, yield, agroecosystem.