



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université Mohamed El Bachir El IBRAHIMI B.B.A
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الارض و الكون
Faculté des Sciences De la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم الفلاحية
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Améliorations des plantes

Intitulé:

Caractérisation physiologiques, biochimiques et agromorphologiques du Colza (*Brassica napus*) dans la région de Bordj Bou Arreridj

Présenté par : BAHLOUL Hasna

KHALFA Chaima

Soutenu le 03 / 07 / 2022, Devant le Jury :

Nom/Prénom	Grade	Affiliation /Institution
Président : M ^r OULD KIAR Redha.	MCB	Université de B.B.A.
Encadrante : M ^{me} KELALECHE Hizia	MCB	Université de B.B.A.
Examinatrice : M ^{me} TABTI Dahbia	MCB	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2021/2022



REMERCIEMENT

*Nous remercions avant tout **DIEU**, tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciement à notre promotrice, **Mme KELALECHE Hizia**, pour avoir de bien voulu de nous encadrer, pour sa patience, son aide, ses conseils et encouragements, pour le temps qu'elle nous a consacré pour réaliser ce travail.*

Nous exprimons nos remerciements aux honorables membres du jury :

***Mr OULD KIAR Redha** pour avoir fait l'honneur de présider le jury de ce travail, d'avoir accordé le temps et la patience pour évaluer notre travail.*



*Nous tenons également à adresser nos vifs remerciements à **Mme TABTI Dahbia** pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.*

*Notre gratitude ira également aux personnels de laboratoire de chimie (Université De Bordj Bou Arreridj), **Mr BENARIOUA Amer** et **Mme SAHLI Ismahene Sabrina**.*

*Nous aimerons aussi remercier le personnel de la ferme « Frères LAABACHI » Oued Lakhdar à El HAMADIA ; B.B.A, particulièrement à monsieur **LAABACHI Bachir**, pour son soutien, sa disponibilité, son intérêt pour ce travail et pour ces nombreux conseils avisés qu'il a pu nous donner, et de sa patience et encouragement pour bien continue se travail.*

*Nous exprimons nos plus vif remerciement aux deux plus belles **Melle BOUSAADA Samira** et **Mme KHALFA Nèdjma** qu'elles nous ont pas lésiné sur la moindre information de près ou de loin.*

*Nous remercions aussi **Mr RAGOUBE Abdel basset** qui a contribué à la réalisation de se travail.*



Nous remercions tous ceux qui ont, de près ou de loin, aidé de finir ce mémoire et toute personne qui nous ont éclairé le chemin.

Dédicace

Je dédie le fruit de ce travail s'il a une récompense chez Allah à toutes les personnes qui ont une place particulière pour moi

A ma précieuse perle, celui qui m'a guidé vers la voie de la réussite, pour ses Conseils et ses encouragements...

A mon père Farouk,

A ma précieuse perle, celle qui a fait l'impossible pour me permettre de Poursuivre mes études jusqu'à ce jours...

A ma mère Ghania.

A mes roses mes chères sœurs: KHAOULA et AMINA.

A mon petit frère : Mohamed.

A ma joie et tousse qui me donne la force de continue et ne jamais s'arrêt à réussir, mon marie Riad.

A ma belle mère Chafika et mon beau père Noureddine et à tous ma 2eme famille.

A mon grand père Ismail et ma grande mère Fatima que je l'aime beaucoup.

A tout ma grande famille

Mes tantes : Amel, Souad, Souhila, Fouzia, et ma plus chère Sara.

Mes oncles : Sofiane, Tahar.

A ma défunte grande mère Fatma qui me laissé un vide irremplaçable.

A mes oncle : Mohamed, El Amri, El Bachir, et le défunt Abd el Rahmene.

A la patiente et la forte de la famille Baizide, Saida.

A celui qui distribue le bonheur de toute la famille, Noureddine.

A toutes mes cousine et les roses de la famille : Fatiha, Samia, Amel, Ahlem, Imen, Nesrine,

Hadjer, Ghozlane, Bouthaina, Merieme, Oumaima, et la plus belle petite Sidra.

A mes copines qui je n'ai jamais les oubliées : Wided, Amani, Roumaissa, Ikram et Rania.

A tous mes collègues de la promotion de l'agronomie 2022 sans exception.

A le bonheur et l'hormone de la joie la plus charmante et la plus belle Anfel.

A le courage et le morale et la patience de ma vie qui je l'aime énormément Samira.

A se qui m'a aidé depuis de début de mon chemin : Mr Ould Kiar Redha, Mr Laabachi

Bachir et mon collègue Aymen.

A ma collègue de se travail Hasna.

Et à tous ceux qui j'ai connu et n'ai pu citer.

« Chaima »

Dédicace

A L'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié

*Pour me voir réussir, a toi mon père **MOHAMED ESGHIR***

*A maman **KARIMA** pour son amour et quelle ma toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma grand-mère **Zahia***

*A mon soutien moral et source de joies a mon mari **Imad***

*A mes sœur **Sarah, Faïka, Khalissa** et mon frère **Anes***

« Hasna »

TABLE DE MATIERE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction 1

Partie 01 : Matériel et méthodes

I.1. Objectif de l'étude	5
I.2. Matériel végétal	5
I.3. Conditions expérimentales	6
I.3.1. Site d'expérimentation	6
I.3.2. Conditions climatiques	7
I.3.3. Itinéraire technique	7
I.3.3.1. Le travail du sol	7
I.3.3.2. Fertilisation	8
I.3.3.3. Semis	8
I.3.3.4. Désherbage	8
I.3.3.5. Maladies et ravageurs	8
I.3.3.6. Irrigation	8
I.3.3.7. Récolte	8
I.4. Paramètres étudiés	9
I.4.1. Paramètres physiologiques	9
I.4.1.1. Teneur en chlorophylle	9
I.4.1.2. Teneur relative en eau (TRE%)	10
I.4.1.3. Intégrité cellulaires (IC%)	11
I.4.2. Paramètres biochimiques	11
I.4.2.1. Dosage des sucres solubles ($\mu\text{g}/100\text{ mgMF}$)	11
I.4.2.2. Dosage de la proline ($\mu\text{g}/100\text{ mgMF}$)	12
I.4.3. Paramètres morphologique (145 jours après le semi)	15
I.4.3.1. Surface foliaire	15
I.4.3.2. Longueur de la plante	15
I.4.3.3. Longueur de la racine principale	15
I.4.3.4. Nombre des racines secondaires	16

I.4.4. Paramètres agro-morphologiques (stade final)	16
I.4.4.1. Longueur de silique	16
I.4.4.2. Diamètre de silique	16
I.4.4.3. Nombre de siliques par plante	16
I.4.4.4. Nombre de graines par silique	16
I.4.4.5. Hauteur de végétation finale	17
I.4.4.6. Densité de semi par mètre carré	17
I.4.4.7. Poids de mille graines (PMG)	17
I.4.4.8. Estimation du rendement théorique	17
I.4.4.9. Rendement réel	18
I.4.5. Les analyses statistiques des données	18

Partie 02 : Résultats et discussions

II.1. Statistiques descriptives	19
II.2. Paramètres physio-biochimiques	19
II.2.1. Teneur en chlorophylles	19
II.2.2. Teneur relative en eau (TRE%)	20
II.2.3. Intégrité cellulaires (IC%)	21
II.2.4. Dosage des sucres solubles ($\mu\text{g}/100\text{ mgMF}$)	22
II.3. Paramètres morphologique	23
II.3.1. Stade végétatif (145 jours après le semi)	24
II.3.1.1. Surface foliaire de la feuille	24
II.3.1.2. Longueur de la plante	25
II.3.2. Stade final	26
II.3.2.1. Nombre de siliques	26
II.3.2.2. Diamètre de silique	27
II.3.2.3. Densité par mètre carré	27
II.3.2.4. Hauteur finale de la plante	28
II.4. Analyse de corrélation	29
II.5. Paramètres complémentaires	31
II.5.1. Estimation de rendement théorique	31
II.5.2. Rendement réel	31
II.5.3. Poids de mille graines (PMG)	32

Conclusion	33
Références bibliographiques	35
Annexe	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Tableau climatique et météo pendant l'année 2022.	07
Tableau 2	Analyses statistiques descriptifs des paramètres quantitatifs de comparaison étudiées.	19
Tableau 3	Corrélation entre les paramètres étudiés (des résultats statistiquement significatifs à (0,05 %))	29
Tableau 4	Calculs de rendement théorique.	31
Tableau 5	Paramètre mesuré sur les deux variétés avec une seule valeur.	31

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Les relations entre les diverses espèces de <i>Brassica</i> cultivées ont été établies par (Nagaharu, 1935).	02
Figure 2	La fleur de Colza (<i>Brassica napus</i> L.)	04
Figure 3	Semence de Colza « Es hydromel » et « Jura ».	05
Figure 4	Image satellite par Google Earth présenté le relief (pente et altitude) du terrain.	06
Figure 5	Diagramme Ombrothermique des prévisions climatiques de l'année en cours.	07
Figure 6	La réalisation de la récolte de variété Es Hydromel « site 1 ».	08
Figure 7	Etapes à suivre pour le dosage des pigments chlorophylliens.	09
Figure 8	Des étapes suivies pour déterminer la teneur en eau.	10
Figure 9	Mesure de la conductivité électrique avec le conductimètre.	11
Figure 10	Dosage des sucres solubles.	12
Figure 11	Dosage de proline.	14
Figure 12	Mesure de la surface de la feuille avec le papier millimétrique.	15
Figure 13	Mesure de la longueur de la racine principale.	15
Figure 14	Mesure de diamètre de silique à l'aide d'un pied à coulis.	16
Figure 15	Siliques et graines de Colza « Es hydromel ».	16
Figure 16	Pesage de 1000 graines « Jura ».	17
Figure 17	La moyenne de teneur en chlorophylles (a, b et a+b) chez deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	20
Figure 18	La moyenne de teneur relative en eau chez deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	21
Figure 19	La moyenne de l'intégrité cellulaire chez deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	22
Figure 20	La moyenne des sucres solubles chez deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	23
Figure 21	La moyenne de la surface foliaire de deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	24
Figure 22	La moyenne de la longueur de la plante chez deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	25

Figure 23	La moyenne du nombre de siliques de deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	26
Figure 24	La moyenne de diamètre de silique de deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	27
Figure 25	La moyenne de la densité de semi de deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	28
Figure 26	La moyenne de la hauteur finale de deux variétés de Colza (<i>Brassica napus</i> L.) à la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).	29

Liste des abréviations

CCLS : Coopérative des céréales et légumes sec.

ITGC : Institut technique des grandes cultures.

nm : nanomètre

pH : potentiel hydrique.

S1 : Site 1.

S2 : Site 2.

ha : hectare.

Nb J Pluv: Nombre de jours pluviaux.

T : Température.

µg : Micro gram.

Mt/an : millions de tonnes par an.

Chl : Chlorophylle.

DO : Densité Optique.

TRE: Teneur Relative en Eau.

PF : Poids Frais.

PT : Poids de a pleine Turgescence.

PS : Poids Sec.

MF : Matière Fraiche.

IC : Intégrité Cellulaire.

CE : Conductivité Electrique.

Suc sol : Sucre soluble.

Prol : Proline.

SF : Surface Foliaire.

Long: Longueur.

CH₃COOH : Acide acétique.

H₃PO₄ : Acide ortho phosphorique.

C₆H₆O₄ : ninhydrine.

Na₂SO₄ : anhydre.

PMG : Poids de Mille Grains.

Qx/ha : quintaux par hectare.

Rdt Th : Rendement Théorique.

NbSil/plante : Nombre de Silique par plante.

NbGR/Sil : Nombre des Graines/par silique.

Plt/m² : Plante par mètre carré.

Nb Rac : Nombre Racine.

Diam sil : Diamètre silique.

Dens : Densité.

HautF : Hauteur Finale.

ANOVA : Analyse de la variance.

CV : Coefficients de variations.

r : Coefficients de corrélation.

ملخص :

«زراعة السلجم الزيتي في الجزائر»

يشهد العالم تطورا في انتاج السلجم الزيتي. حيث تضاعفت المساحة المخصصة لإنتاجها ثلاث مرات خلال العشرين سنة الماضية, نظرا لأهمية بذور السلجم التي لها مزايا عديدة في المرتبة الاولى منها صناعة الزيوت النباتية, التي لها استخدامات غذائية, فهي المصدر الثاني للزيوت بعد نبات الصويا, كما انها تعتبر علفا غنيا بالبروتين, بالإضافة لأهمية هذه الازهار التي تعتبر الغذاء المفضل للنحل, مما جعل الجزائر تلتفت الى انتاج هذه النبتة.

تعتمد ابحاثنا على دراسة الخصائص الفيزيولوجية و البيو كيميائية و المورفولوجية, لصنفين لهذا النبات Jura و Es Hydromel في موقعين على مستوى مزرعة الاخوة لعباشي الواد الاخضر, الحمادية, برج بوعريبرج. اظهرت النتائج المتحصل عليها تكييف مقبول في الصنف Es Hydromel بالنسبة الى الصنف Jura و كانت التحليلات الاحصائية للارتباط بين المتغيرات المدروسة ذات دلالة موجبة.

نوصي بتكثيف انتاج هذا النبات السحري, لأنه محصول مهم للحفاظ على التربة و جودتها و الحفاظ على البيئة و التنوع البيولوجي فهو محصول مربح لاقتصاد البلاد و للمزارع اذا اتبع المسار التقني لها.

الكلمات المفتاحية : انتاج السلجم الزيتي, صناعة الزيوت النباتية, دراسة الخصائص الفيزيولوجية, البيو كيميائية, المورفولوجية. Jura, Es hydromel.

Résumé

« La culture de Colza en Algérie »

Le monde assiste a une évolution de la production de colza oléagineux, au fur et à mesure que la surface allouée a sa production ayant été multipliées par trois au cours des vingt dernières années compte tenu de l'importance du colza qui présente plusieurs avantages au premier rang desquels l'industrie des huiles végétales, qui a plusieurs usages alimentaires et industriels, car c'est la deuxième source d'huiles après le soja, et il est également considéré comme un fourrage riche en protéines en plus de l'importance de ces fleurs qui sont un aliment préférée des abeilles. et c'est ce qui a fait se tourner l'Algérie vers la production de cette plante. Notre travail est basé sur l'étude de la caractérisation physiologique, agromorphologique, et biochimique de deux variétés Jura et Es hydromel sur deux site situé chez l'exploitation agricole Laabachi Oued Lakhdar El Hammadia Bordj Bou Arreridj.

Les résultats obtenus présentaient une adaptation acceptable chez la variété Es Hydromel par rapport à la variété Jura. les analyses statistique de corrélation entre les paramètres étudiés sont positivement significatives.

Nous recommandons de produire cette plante magique Parce qu'est une culture très intéressante pour la conservation et la qualité sol, la préservation de l'environnement et la biodiversité. Bien conduite, c'est une culture rentable pour l'agriculteur et profitable pour l'économie du pays.

Les mots clés : la production de colza, oléagineux, l'importance du colza, huiles végétales, Jura, Es hydromel, l'agriculteur, l'économie du pays.

Abstract

« Oil seed rape in algeria »

The world is witnessing an evolution in the production of oilseed rape, as the surface area allocated to its production has been multiplied by three over the last twenty years, given the importance of rapeseed, which has several advantages, first and foremost the vegetable oil industry, which has several food and industrial uses, as it is the second source of oil after soybeans, and it is also considered a fodder rich in protein in addition to the importance of its flowers, which are a favorite food of bees. This is what made Algeria turn to the production of this plant. Our work is based on the study of the physiological, agromorphological, and biochemical characterization of two varieties Jura and Es Hydromel on two sites located at the farm Laabachi Oued Lakhdar El Hammadia Bordj Bou Arreridj.

The results obtained showed an acceptable adaptation of the Es Hydromel variety compared to the Jura variety. The statistical analysis of the correlation between the studied parameters is positively significant.

We recommend the production of this magic plant because it is a very interesting crop for soil conservation and quality, environmental preservation and biodiversity. If well managed, it is a profitable crop for the farmer and beneficial for the country's economy.

Keywords : rapeseed production, oilseeds, importance of rapeseed, vegetable oils, Jura, Es Hydromel, conservation, farmer, country's economy.

Introduction

Le colza est la deuxième graine oléagineuse à graine la plus produite dans le monde, derrière le soja. Elle est cultivée sur tous les continents, avec une production annuelle de graines d'environ 60 Mt/an. Les volumes ont été multipliés par 2,5 au cours des vingt dernières années (www.yara.fr, 2022).

L'Algérie importe plus de 1,3 milliard de dollars d'huiles par an. A ce titre le ministre de l'agriculture et du développement rural a également cité qu'il faudrait absolument développer la filière des huiles pour d'atteindre au moins 30% de nos besoins en huiles alimentaires ce qui nous permettra d'économiser annuellement plus de 400 millions de dollars. Un programme de développement de ces cultures a été inscrit dans la feuille de route du secteur pour la période 2020-2024. Ainsi, pour la première campagne, une superficie de plus de 3000 hectares a été consacrée à la culture du Colza dont près de 1000 ha ont été réservés à la production de la semence en vue d'assurer les besoins des campagnes à venir. (www.aps.dz, 2020).

Cette culture est cultivée depuis très longtemps, c'est une plante annuelle elle appartient à la famille des crucifères, Ou *Brassicacées*, c'est-à-dire à la famille de la motarde. Le mot (crucifères) vient de la forme des fleurs dont les quatre pétales sont disposés en forme de croix.

B.napus possède des feuilles vertes bleuâtre foncée glauques glabre ou portant quelque poils épars près de la marge, partiellement embarrassantes. La tige est assez ramifiée mais ce caractère varie selon les variétés et les conditions du milieu, les ramifications prennent naissance à des feuilles supérieures de la tige et chacune se termine par une inflorescence qui est une grappe allongée de fleurs jaunes très claire au très foncé selon les variétés. Les fleurs sont ressemblées aux extrémités mais ne dépassent pas les bourgeons terminaux (**Musil, 1950**).

Les origines du *Brassica napus* (plante amphidiploïde, $n = 19$) sont obscures (**Nagaharu, 1935**) a d'abord proposé qu'il y avait une hybridation naturelle entre les deux espèces diploïdes *B.oleracea* ($n = 9$) et *B.rapa* (syn. *Campestris*) ($n = 10$). Le triangle d'U est une théorie sur l'évolution et la relation génétique entre les espèces de plantes du genre *Brassica* et cette théorie a été confirmée par des études sur l'ADN et les protéines.

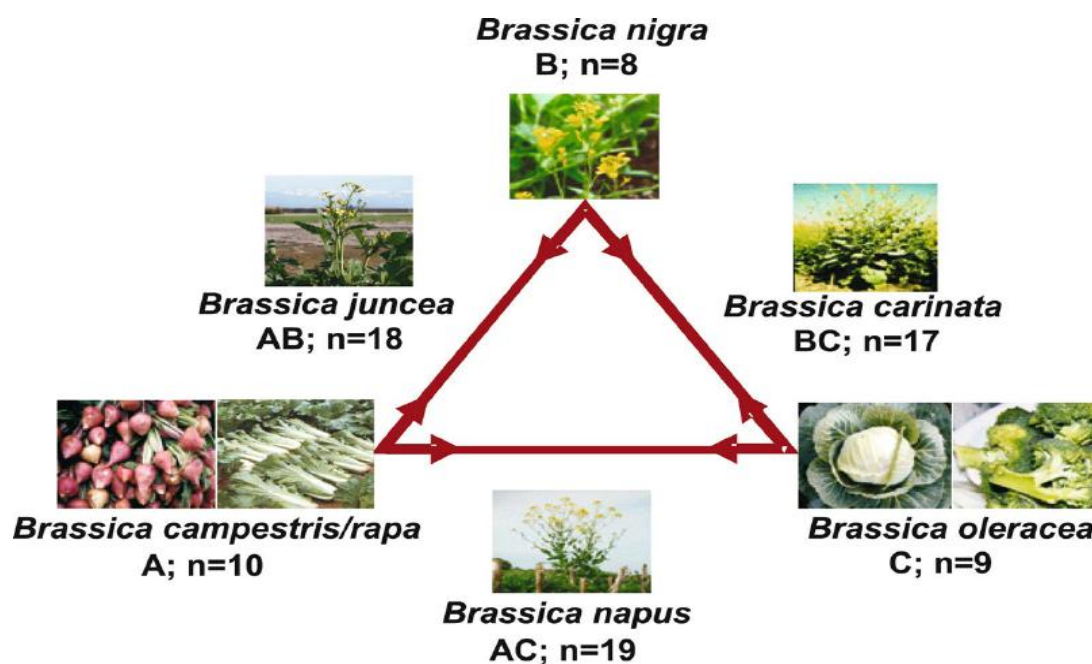


Figure 1. Les relations entre les diverses espèces de *Brassica* cultivées (le triangle d'U) ont été établies par (Nagaharu, 1935)

Il existe deux types principaux de colza qui peuvent être distingués par la durée de leur cycle de développement (Bendana, 2008)

- Colza d'hiver : semé en septembre et récolté en juillet à phase rosette longue, qui demande pour faire son cycle végétative une période hivernale vernalisante ($< 10^{\circ}\text{C}$ pendant au moins 40 jours), puis une photopériode longue. Elle est plus productive et adaptée aux conditions climatiques (résistance au froid).

- Colza de printemps : semé en mars ou avril et récolté en août à phase rosette très courte, qui ne nécessite aucune phase vernalisante, mais requiert des jours longs. Il est sensible au froid.

Le cycle de développement du colza d'hiver peut être décomposé en trois phases :

- Phase végétative : Semé à l'automne, le colza étale d'abord au-dessus du sol ses deux cotylédons et développe environ une vingtaine de feuilles formant une rosette (avant l'hiver).

- Phase reproductrice : Le mode de reproduction est à autogamie prépondérante (70%). Le taux d'allogamie estimé varie entre 10 et 30% selon les variétés. A la fin de l'hiver, la montée débute et l'inflorescence se met en place au sommet de la tige parallèlement à l'élongation des

entre-nœuds supérieurs. La floraison débute bien avant que la taille n'ait atteint sa taille définitive. La ramification s'effectue en même temps que la montée et la floraison. La floraison reste très échelonnée et peut durer 4 à 6 semaines.

- Phase de maturation : La formation des fruits est assez rapide. La maturité des graines est acquise entre 6 et 7 semaines après la fécondation.

On peut utiliser l'huile de colza pour l'alimentation humaine parce qu'elle contient de l'acide oléique, et de l'acide linoléique (ce qui fait d'elle une importante source naturelle d'acide gras ; oméga-3). L'huile de colza contient de l'acide érucique, qui est cancérigène pour l'homme à dose importante, mais il peut être employé comme additif alimentaire à faible dose (**Bendana, 2008**)

Les feuilles de colza sont aussi comestibles, à l'instar de celle du chou vert frisé (qui appartient au même genre *Brassica*).certaines variétés sont vendues comme légumes verts (**Bendana, 2008**).

L'extraction de l'huile fournit un coproduit, le tourteau du colza, qui est une source intéressante pour l'alimentation animal, riche en protéines, qui peut concurrencer le tourteau de soja, seulement sa valeur énergétique est faible. Ce produit est employé principalement pour l'alimentation du bétail (plante fourragère) (**Bendana, 2008**).

Si le colza est cultivé principalement pour sa graine, il sert aussi de plante de couverture en hiver. Ce type de culture est destiné à couvrir le sol et contribuer ainsi à limiter le lessivage de l'azote. Il est ensuite enfui. Constituant alors un engrais vert (**Bendana, 2008**).

L'huile de colza ou huile végétale carburant utilisée directement comme carburant est plus écologique. L'huile de colza est employée dans l'industrie comme agent anti moussant et comme adjuvant dans les herbicides (**Bendana, 2008**).

- **Classification Classique :**

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre : *Brassicales*

Famille : *Brassicaceae*

Genre : *Brassica L.*

Espèce : *B.napus*

Nom binomial : *Brassica napus var, napus*



Figure 2 : La fleur de Colza (*Brassica napus L.*) (Originale, 2022).

Le travail consiste à étudier les caractères physiologiques, biochimiques et agromorphologique de deux variétés du Colza *Brassica napus L.*, et es se qu'elles s'adaptent vue les conditions climatiques de la région de Bordj Bou Arreridj (climat semi-aride).

Notre document commence par une introduction, une partie matériel et méthodes pour comprendre les conditions du travail avec détails tout en décrivant les paramètres étudiés, une partie résultats et discussions et enfin une conclusion.

***Matériel et
méthode***

I. Matériel et méthode

I.1. Objectif de l'étude

Le Colza est une culture de plante à l'huile que l'Algérie entend lancer dans le but de contribuer à réduire la facture des importations des huiles et des fourrages. L'OAIC a mobilisé à travers les coopératives de céréales et légumes secs (CCLS) les conditions nécessaires dont les semences, les fertilisants les produits phytosanitaires pour accompagner les agriculteurs investisseurs impliqués dans ce projet de création d'un premier noyau de cette culture « stratégique ».

L'objectif de ce travail est d'étudier des caractères physiologiques, biochimiques et morphologiques de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) chez la ferme « Les Frères LAABACHI » à El Oued Lakhdar sous un climat semi-aride de la wilaya de Bordj Bou Arreridj pour approfondir la caractérisation de cette espèce. Les essais physiologiques et biochimiques ont été réalisés au stade de montaison (stade végétatif) sur la troisième feuille de la plante chez les deux variétés étudiées, alors que les paramètres morphologiques ont été réalisés dans deux stade : au stade végétatif (145 jours après semi) et aussi au stade maturité.

I.2. Matériel végétal

L'étude a porté sur 2 variétés de colza oléagineux (*Brassica napus L.*), la première variété appelé « Es Hydromel », est de type d'hiver introduite de l'Espagne, ces graines ont été fournies par la Coopératif des Céréales et Légumes Sec (CCLS). La deuxième qui s'appelle « Jura » c'est une variété multipliée localement à Constantine, elle n'est pas très connue jusqu'au moment, les graines ont été fournies par la station de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) Sétif.



Figure 3. Semence de Colza « Es Hydromel » et « Jura » (Originale, 2022).

I.3. Conditions expérimentales

I.3.1. Le site d'expérimentation

Notre expérimentation s'est déroulée durant l'année 2021/2022, au niveau de la ferme de LAABACHI à la zone de (El oued Lakhdar), El-Hamadia, wilaya de Bordj Bou Arreridj, latitude : 35°58'17'' Nord, longitude : 4°47'01'' Este, altitude : 956m, à l'étage climatique semi aride à hiver froid et un été sec. Les sols de site sont fertile argileux, à pH= 7,8.

L'essai s'étale sur une superficie de 60.39 m² ; il s'agit d'un carré 9,15 m de longueur et de 6,60 m de largeur a choisis au hasard dans 2 ha de surface cultivée pour « Es Hydromel », et de même dispositif pour « Jura » dans un terrain de 1 ha de surface cultivée.



Figure 4. Image satellites par Google Earth présenté le relief (longitude et altitude) du terrain agricole cultivé en colza. **S1** : site1 « Es Hydromel » **S2** : site2 « Jura ».

I.3.2. Conditions climatiques

La classification climatique de Köppen-Geiger de la région de Bordj Bou Arreridj Sud présente un climat semi aride à hiver froid avec un été sec. Les données climatiques ont été obtenues en utilisant la base de données météorologique internationale Tutiempo (<https://fr.tutiempo.net>) de la station Boumergued - Bordj Bou Arreridj (Tableau 1, Figure 5).

Tableau 1. Tableau climatique et météos pendant l'année 2022.

	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Température	29,5	32,5	31,9	26,9	18	10	8,8	7,5	10,4	10,8	14,6	21,8
Précipitation	4,82	0	22,1	30	0,5	82	23,9	6,61	27,94	48,51	141,47	5,08
Nb J pluv	4	0	4	4	2	14	8	3	2	17	11	7

Source : <https://fr.tutiempo.net/climat/telecharger/ws-604440.html>

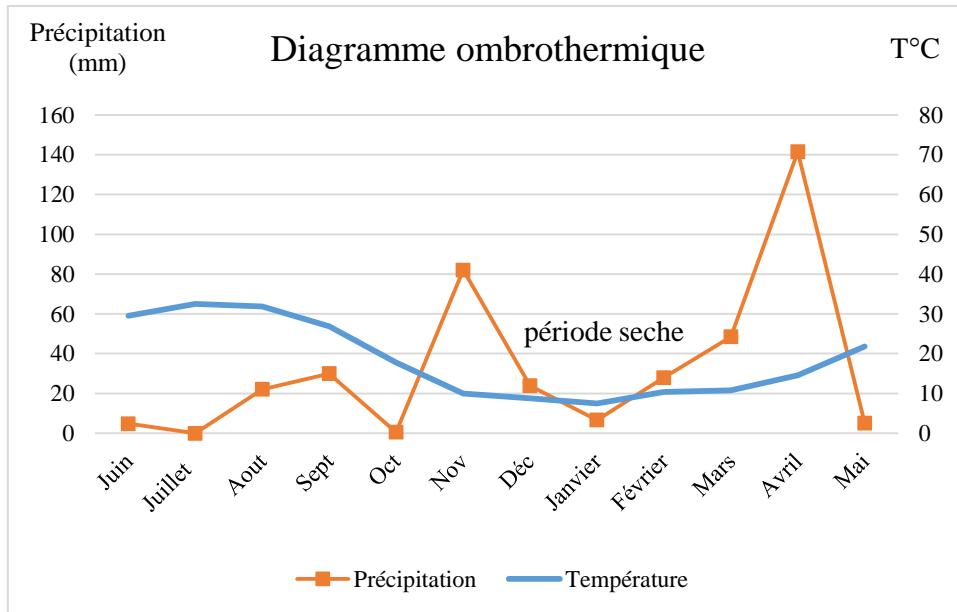


Figure 5. Diagramme Ombrothermique des prévisions climatiques de l'année en cours.

Sur la base du diagramme ombrothermique et du tableau 1 des données correspondant, on peut déterminer que la moyenne annuelle des températures est de 18,5°C. Le total des précipitations de l'année est évalué à 392,9mm répartie sur 78 jours. Le mois le plus chaud est Juillet qui a enregistré une température moyenne de 32,5°C, alors que le mois de Janvier a présenté la moyenne la plus froide avec 7,5°C. Le nombre de mois secs égal à 7 (Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre, Janvier et Mai) et les mois humides sont 5 (Novembre, Décembre, Février, Mars et Avril).

I.3.3. Itinéraire technique

I.3.3.1. Le travail du sol : Le travail du sol est effectué dans les étapes suivantes :

- Un labour profond : 1 mois avant le semis (mois d'Octobre).
- Un croisement avec un outil à dents « cultivateur » pour casser les mottes profondes.
- Un passage de cover-crop à 10 cm de profondeur pour la préparation de lit de semis.

- Un passage d'un rouloul lisse au même jour de semis, on applique cette étape à raison de compacter la terre et éviter l'aération.

I.3.3.2. Fertilisation : Un engrais de fond a été apporté le 12 Novembre 2021 ; un Phosphactyle de 50 unités/ha. Pour l'apport d'azote en utilisant l'Urée de 46 unités/ha, et aucune fertilisation pour la variété « Jura ».

I.3.3.3. Semis : A été réalisé le 12 Novembre 2021 par un semoir de Blé « SOLA » avec une densité de semi 3.5kg par hectare pour « Es Hydromel » et 1 kg par hectare pour Jura.

I.3.3.4. Désherbage : Pour éviter les mauvaises herbes on a utilisé un herbicide « COLZAMID » le 13 Novembre 2021, et un désherbage manuel au cours de stade de montaison.

I.3.3.5. Maladies et ravageurs : On a utilisé un insecticide « D6 » et un anti-puceron « KARATEKA » le 17 Avril 2022.

I.3.3.6. Irrigation : Des irrigations d'appoints par aspersion ont été appliquées pour la variété « Es Hydromel », elle a été appliquée en deux lots :

- La première application une dose de 15mm a été appliquée le 3 Janvier 2022.
- La deuxième application s'était en 17 Avril 2022 avec une dose de 15mm aussi.

Pour la variété « Jura » n'a aucune irrigation, on est basé uniquement sur la précipitation de pluie.

I.3.3.7. Récolte : La récolte a été effectuée à l'aide d'une moissonneuse batteuse le 9 juin 2022, les siliques sont passées par la suite sur une batteuse à gerbe pour obtenir les grains qui vont servir pour évaluer le rendement.



Figure 6. La réalisation de la récolte de variété Es Hydromel « site1 » (Originale, 2022).

I.4. Paramètres étudiés

I.4.1. Paramètres physiologiques

I.4.1.1. Teneur en chlorophylle

Pour le dosage des pigments chlorophylliens, on a suivi le protocole suivant : les teneurs moyennes en chlorophylle « a » et « b » sont déterminées par la méthode de **Rao et le Blanc (1965)**.

- Coupez les feuilles de variété de colza de façon grossière avec une paire de ciseaux.
- Pesez 500 mg de matériel végétal à l'aide d'une balance.
- Placez les feuilles coupées dans un mortier.
- Ajoutez 20 ml d'acétone 80%.
- Broyez avec carbonate de calcium plusieurs fois (pour faciliter le broyage) jusqu'à ce que le solvant prenne une teinte verte marquée.
- Filtrez le broyat sur papier filtre à l'aide d'un entonnoir sur les tube à essais.
- Lecture en spectrophotomètre dans la longueur d'onde 645 nm et 663 nm.
- Le calcul de la quantité de la chlorophylle est obtenu par les formules suivantes :

$$\begin{aligned}\text{Chl a: } & 12,07 \text{ (DO 663)} - 02,69 \text{ (DO 645)} \\ \text{Chl b: } & 22,09 \text{ (DO 645)} - 04,86 \text{ (DO663)} \\ \text{Chl (a + b): } & 08,02 \text{ (DO645)} + 20,20 \text{ (DO663)}\end{aligned}$$



Figure 7. Etapes à suivre pour le dosage des pigments chlorophylliens (**Originale, 2022**).

a: Broyage des feuilles, **b:** Filtration de la chlorophylle, **c:** Lecture par spectrophotomètre.

I.4.1.2. Teneur relative en eau (TRE%)

C'est l'un des principaux paramètres qui indique le niveau hydrique de la plante ou encore la turgescence cellulaire. La teneur relative en eau de la feuille a été déterminée par la méthode décrite par **Barrs (1968)**, **Clark et Mac-Caig (1982)**. Selon cette méthode, des tubes à vice remplis d'eau distillée (un poids connue), sont préparés à l'avance. Les feuilles étandard sont coupées à la base du limbe par un sécateur. Ces feuilles sont mises par la suite dans les tubes préparés (il faut les fermer très bien pour éviter l'évaporation de l'eau) et placés à l'obscurité dans un endroit frais, après 24h, les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées à nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT). Les échantillons sont enfin mis à l'étuve réglée à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leurs poids sec (PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante :

$$\text{TRE (\%)} = [(\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS})] \times 100.$$

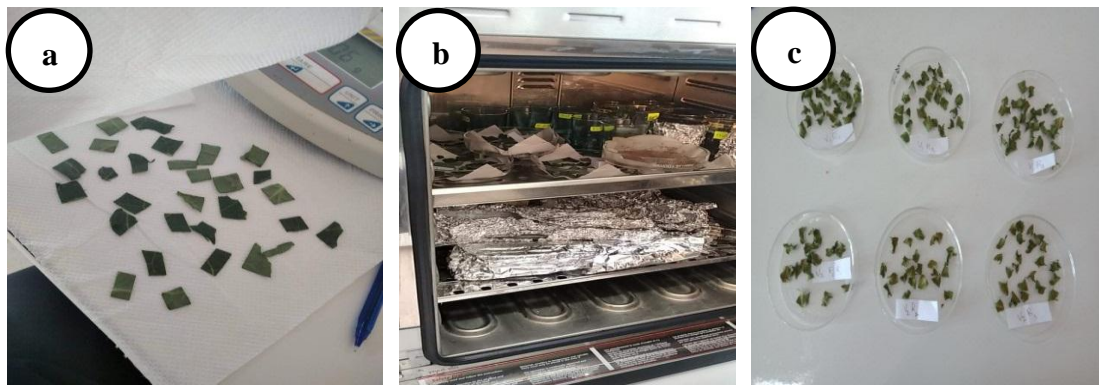


Figure 8. Des étapes suivées pour déterminer la teneur en eau (**Originale, 2022**)

a : poids à la pleine turgescence, **b** : séchage dans l'étuve, **c** : poids sec.

I.4.1.3. Intégrité cellulaire (IC%)

Le test de l'intégrité cellulaire (IC%) a été réalisé selon la méthode décrite par (Sullivan, 1972). 3 feuilles sont prélevées au hasard par répétition. Elles sont lavées à l'eau déminéralisée, découpées en segments de 1cm de long. Les échantillons sont mis dans des tubes auxquels sont ajoutés dix ml d'eau distillée. La méthode consiste à mesurer la conductivité électrique (CE) de l'échantillon en utilisant un conductimètre de marque ConductivityMeter HI9932. La première valeur de la conductivité électrique (CE1) a été relevée sur les échantillons placées à la température ambiante du laboratoire (T=25°C) pendant 24h. La seconde valeur de la conductivité électrique (CE2) est notée 24h après le passage des échantillons à l'autoclave à une température (T=120°C), pendant 20min. Le pourcentage de cellules endommagées (CI%) est estimée sous l'effet de l'augmentation de la température en utilisant la formule suivante :

$$IC (\%) = (CE1/CE2) \times 100$$



Figure 9. Mesure de la conductivité électrique avec le conductimètre (Originale, 2022).

I.4.2. Paramètres biochimiques

I.4.2.1. Dosage des sucres solubles (Suc « µg/100mg MF »)

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de (Dubois et al., 1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres. On laisse le mélange reposé à température ambiante pendant 48h à l'obscurité. Au moment du dosage, les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool et récupérer les sucres solubles extraits. Dans chaque tube on dilue l'extrait sec par l'ajout de 20 ml d'eau distillée. C'est la solution à analyser.

Dans des tubes à essais propres, on met 2 ml de la solution à analyser, on ajoute 1 ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans l'eau distillée), on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10min et on les place au bain-marie pour 10 à 20 min à une température 30°C.

Les mesures d'absorbance sont effectuées à une longueur d'onde de 485 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalonnée sucres solubles (exprimés en glucose).

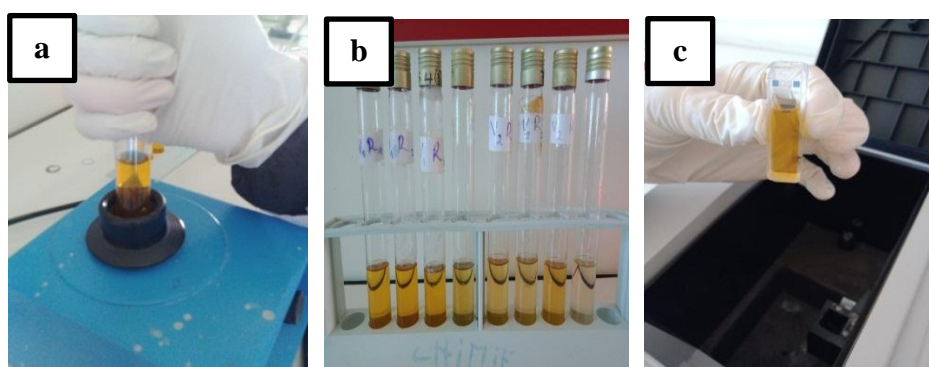


Figure 10. Dosage des sucres solubles (Originale, 2022).

a: L'agitation de solution avec le vortex, **b:** Tubes de la solution jaune orange, **c:** La cuve pour la lecture spectrophotométrie.

I.4.2.2. Dosage de la proline (Prol « $\mu\text{g}/100\text{mg MF}$ »)

La proline ou acide pyrrolidine 2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entre dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricetohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires par la méthode de (Troll et Lindsley, 1955).

Extraction :

- Peser les échantillons d'environ 100mg de matière fraîche pris dans le tiers médian de la feuille.
- Les placer dans un tube à essai.

- Allumer le bain marie à 85°C.
- Ajouter 2 ml méthanol.
- Mettre les tubes dans le bain marie à 85°C pendant 60 min (les tubes sont fermés bien pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool).

Préparation des réactifs :

Solution A : Dans un flacon, on prépare le mélange suivant :

- 300 ml acide acétique (CH₃COOH).
- 80 ml acide ortho phosphorique (H₃PO₄) densité = 1.7.
- 120 ml eau distillée.

Soit n = nombre de tube à doser 43 (extrait + étalon).

Solution B : Mettre dans un bécher :

- (n+2) 25 mg ninhydrine (C₆H₆O₄).
- (n+4) ml de la solution A.
- (n+4) ml d'acide acétique (CH₃COOH).
- Agiter.

Dosage :

- Allumer le bain marie à 100°C.
- Prélever 1ml d'extrait.
- Dans chaque tube (extraits + étalons) mettre 2ml de la solution B.
- Mettre au bain marie pendant 30 min à 100°C.
- Apparition d'une coloration rose vire au rouge (contient proline).
- Laisser refroidir.
- Ajouter 5 ml de toluène dans chaque tube, il y a une séparation en 2 phases :

- * Une phase aqueuse inférieure.
- * Une phase organique supérieure.

- Agiter les tubes.

- Pipeter la phase organique que l'on met dans des tubes propres contenant une petite spatule de Na_2SO_4 (anhydre).

- Lecture de la D.O à 528 nm par le spectrophotomètre.

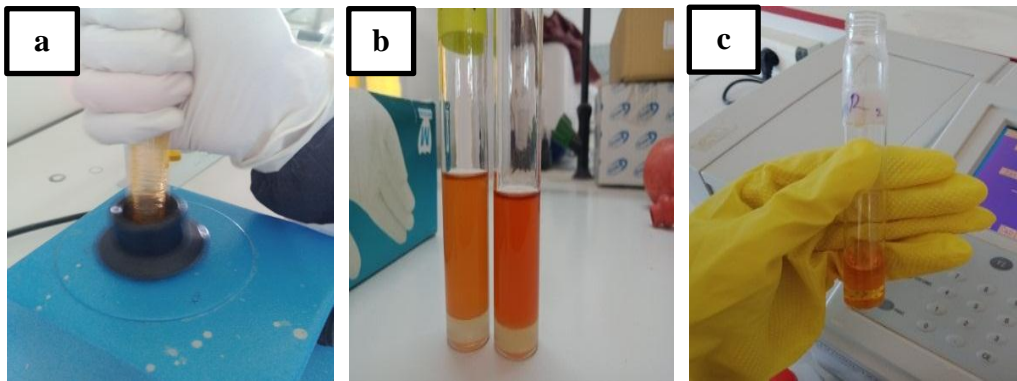


Figure 11. Dosage de la proline (Originale,2022).

a : Agitation des deux phases **b :** Séparation de la phase organique , **c:** Lecture sur spectrophotomètre.

Calculs :

Calculer l'équation de la droite de régression de la courbe d'étalonnage

$Y = 5,3155X - 0,0139$. Y : la quantité de la proline dans le tube (μg).

X : densité optique.

Calculer y = la quantité de proline de chaque échantillon (μg).

$$\text{Concentration en proline} = \frac{2 \times 1000 \times Y}{\text{MF} \times 115,13}$$

I.4.3. Paramètres morphologiques (145 jour après semis)

I.4.3.1. La surface foliaire

La surface foliaire est estimée à partir d'un échantillon de 5 feuilles par variété, on les mesure par l'utilisation du papier millimétrique tout en traçant la forme de la feuille pour trouver le coefficient à partir de la première feuille puis à l'aide d'une règle on a mesuré la longueur de la feuille « cm » et la largeur « cm » de chaque feuille puis la moyenne des trois mesures .

$$\text{La surface foliaire (SF cm}^2\text{)} = \text{Le coefficient} \times (\text{L} \times \text{l})$$

$$\text{Coefficient} = \text{la surface de la feuille (cm}^2\text{)} / (\text{L} \times \text{l})$$



Figure 12. Mesure de la surface de la feuille avec le papier millimétrique (Original, 2022).

I.4.3.2. La longueur de la plante

Elle est mesurée du ras du sol jusqu'au sommet de 5 plantes par variété à l'aide d'une règle graduée.

I.4.3.3. Longueur de la racine principale

Elle est mesurée du collet de racine avec la tige jusqu'à la fin de la racine principale.



Figure 13. Mesure de longueur de la racine principale (Original, 2022).

I.4.3.4. Nombre des racines secondaires

Le dénombrement des petites racines ramifiant à partir de la racine principale.

I.4.4. Paramètres agro-morphologiques (stade finale)

I.4.4.1. Longueur de silique

C'est une mesure de 5 siliques différentes de 5 plantes par variétés à l'aide d'une règle graduée.

I.4.4.2. Diamètre de siliques

C'est une mesure de diamètre à l'aide d'un pied à coulis de 5 siliques différentes par 5 plantes.



Figure 14. Mesure de diamètre de silique à l'aide d'un pied à coulis (Originale 2022).

I.4.4.3. Nombre de siliques par plante

Le dénombrement des siliques sur 5 répétitions de plantes par variété.

I.4.4.4. Nombre de graines par silique

Le dénombrement des graines dans 5 siliques par 5 répétitions de plantes par variétés.



Figure 15. Siliques et graines de Colza « Es Hydromel » (Originale, 2022)

I.4.4.5. Hauteur de végétation finale

C'est la mesure de la hauteur finale de la plante à l'aide d'une règle graduée de la plante sur champ.

I.4.4.6. Densité de semis par mètre carré

C'est au stade final (récolte) que le paramètre nombre de plante par m² fût apprécié par un simple comptage du nombre de pieds au sein de 2 parcelles élémentaires (1m X 1m) choisie au milieu de champ de chaque parcelle.

I.4.4.7. Poids de mille graines (PMG)

Ce paramètre a été effectué avant récolte, par la récupération d'un nombre suffisant de Siliques, puis un battage manuel et enfin le comptage de 1000 grains de chaque variété. Nous avons pesé les 1000 grains de chaque variété à part à l'aide d'une balance de précision à deux chiffres.



Figure 16. Pesage de 1000 graines « Jura » (Originale, 2022)

I.4.4.8. Estimation du rendement théorique

L'estimation du rendement théorique (Qx/ha) a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Rdt Th} = \text{NbSil/Plante} \times \text{NbGr/Sil} \times \text{NbPlt/m}^2 \times \text{PMG} \times 10^{-4}$$

Où :

NbSil/Pl : est le nombre de siliques par plante (moyenne sur les deux sites).

NbGr/Sil : est le nombre de grains par silique (moyenne sur les deux sites).

NbPlt/m²: est le nombre de plantes par le mètre carré (moyenne de plt/m² sur les 2 sites).

PMG : est le poids de mille graines (une seule valeur par site).

I.4.4.9. Rendement réel (Qx/ha)

Le rendement réel sur le site n° 2 n'a pas été pesé suite à un véritable problème de récolte. Le deuxième site n° 1 a été estimé en quintaux après récolte.

I.4.5. Analyse statistique des données

Une analyse statistique descriptive a été effectuée pour une vue d'ensemble de nos résultats. L'analyse statistique unidimensionnelle (analyse de la variance – ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets significatifs du facteur variété étudié à l'aide du logiciel **STATISTICA 8**. Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Office Excel.

Les corrélations phénotypiques entre les différentes variables sont calculées, selon la Méthode décrite par (**Snedecor et Cochran, 1981**).

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Statistiques descriptives

Une analyse descriptive a été effectuée pour faire une lecture globale des résultats. Des faibles coefficients de variations (CV) en enregistré pour la majorité des paramètres de notre étude (Tableau 2). Exception faite pour le nombre de siliques (NbSil) avec un CV supérieur à 64,83%. La surface foliaire, la densité de semi et la hauteur finale ont donnés des CV modérées.

Tableau 2. Analyses statistiques descriptives des paramètres quantitatifs de comparaison étudiés.

	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Chl a	6	21,8060	18,1794	23,7675	2,25301
Chl b	6	12,4581	4,9838	19,6223	6,15117
Chl a+b	6	49,1537	37,7587	56,9527	7,88048
IntCel	6	55,5533	33,3300	75,0000	19,48485
TRE	6	92,4733	91,6800	93,3800	0,67746
SucSol	6	2,3334	1,0413	3,6372	1,06986
Long	6	53,3333	45,0000	59,0000	5,16398
LongR	6	14,0500	10,5000	17,0000	2,63344
NbRac	6	12,3333	7,0000	18,0000	3,72380
SF	6	141,9698	88,5870	197,6250	44,15758
NbSil	6	213,0000	120,0000	300,0000	64,83826
DiamSil	6	3,2017	2,3200	3,8500	0,62869
Dens	6	38,8333	7,0000	71,0000	32,09621
HautF	6	102,9167	78,0000	155,5000	31,23526

II.2. Paramètres physio-biochimiques

II.2.1. Teneur en chlorophylle

L'analyse de la variance du taux de la chlorophylle a montré un effet hautement significatif pour les deux variétés étudiées (Figure 17). Les valeurs les plus élevées sont enregistrées pour la variété « Es Hydromel » pour les trois types de chlorophylles avec 23,66 pour la chlorophylle a, et 17,91 pour la chlorophylle b, et 55,95 pour la chlorophylle a+b, alors que les valeurs de moyenne de teneur en chlorophylle chez la variété « Jura » sont les faibles avec des valeurs de 19,95 pour la chlorophylle a, 7 pour la chlorophylle b, et 42,36 pour la chlorophylle a+b.

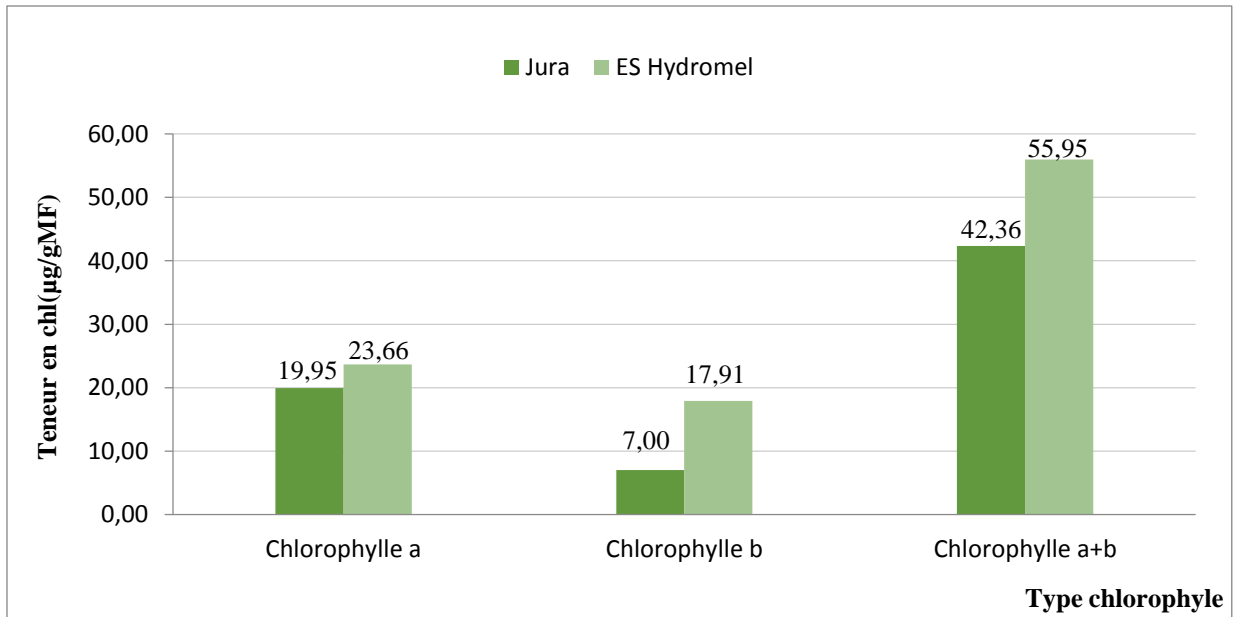


Figure 17. Moyenne de teneur en chlorophylles (a, b et a+b) chez deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).

La quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup des facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosaka et al., 2006). Le niveau de chlorophylle diminue, lorsque la plante subit un stress, affectant la coloration de la plante et ralentissant ses activités de croissance.

Selon (Bousba et al., 2009) La diminution des teneurs en chlorophylle chez la variété « Jura » est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse.

II.2.2. Teneur relative en eau (TRE%)

L'analyse statistique de variance de la teneur relative en eau (TRE%) chez les deux variétés de Colza montre des résultats significatifs (Figure 18). La valeur élevée est enregistrée pour la variété « Es Hydromel » avec une moyenne de pourcentage 93,05 %, alors que la moyenne de pourcentage de 91,90 % a été enregistrée chez la variété « Jura ».

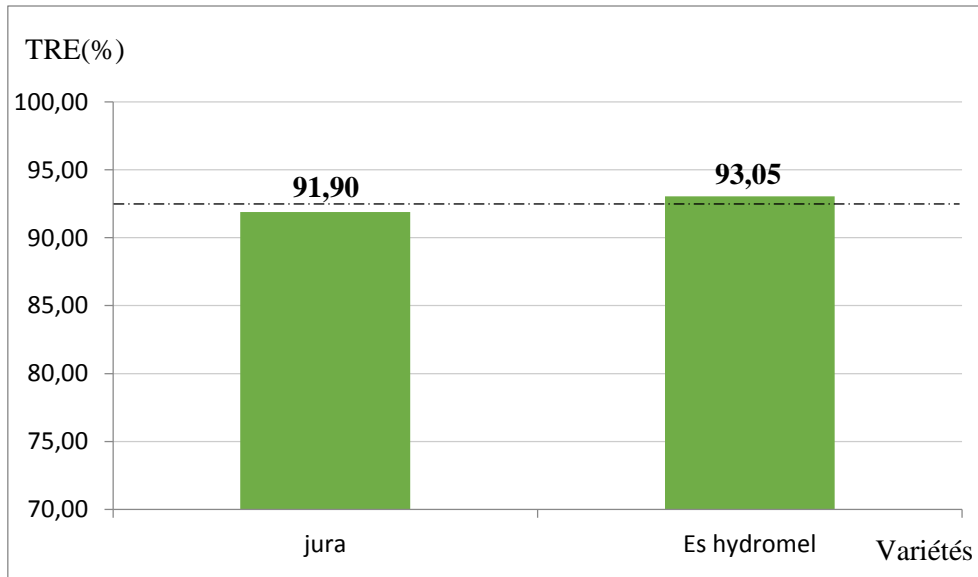


Figure 18. Moyenne de la teneur relative en eau chez deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhdar).

La TRE est un indicateur très utilisé pour mettre en évidence l'état de la balance hydrique d'une plante. Parmi les éléments essentiels de la vie de la plante, l'eau occupe une place de choix. Selon (Mehani et al., 2012), l'état hydrique d'une plante peut être exprimé par sa teneur relative en eau.

Le stade de floraison où le passage des jeunes feuilles en feuilles adultes exige un apport d'eau important, les fortes précipitations du mois d'Avril et le type de sol (argileux) ont été à l'origine des valeurs élevées enregistrées. D'après (Zebouchi, 2003), ou il explique que la TRE chez les plantes témoins ne varient pas de manière significative et avoisine en moyenne les 90%.

Selon Albouchi et al. (2000), l'eau est un élément déterminant pour la croissance des plantes. La teneur relative en eau peut nous indiquer la sensibilité de la plante face à un manque d'eau. Notons que la diminution de la teneur relative en eau est plus rapide chez les variétés sensibles que chez les variétés résistantes.

II.2.3. Intégrité cellulaire

L'analyse descriptive des variances de paramètre intégrité cellulaire a donné des résultats hautement significatifs pour les deux variétés (Figure 19). La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la variété « Es Hydromel » avec une moyenne de pourcentage 77,22 %,

alors que la valeur faible a été enregistrée pour la variété « Jura » avec une moyenne de pourcentage 38,89 %.

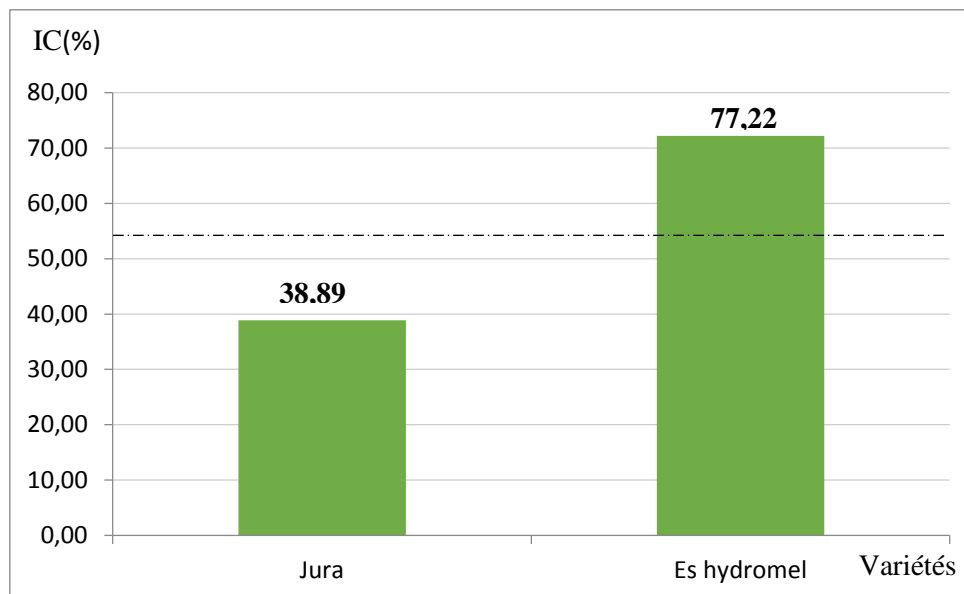


Figure 19. Moyenne de l'intégrité cellulaire chez deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhadar).

Le maintien de l'intégrité des membranes cellulaires en cas de stress est un des caractères universellement reconnus dans l'explication de la tolérance des plantes à la sécheresse (Salmi, 2015).

Selon (Lefebvre et al., 2009), parmi les mécanismes qui peuvent intervenir dans le maintien de la turgescence cellulaire, la résistance protoplasmique qui dépend de la capacité des cellules à résister à un dommage mécanique et à la dénaturation des protéines au niveau membranaire ou cytoplasmique.

II.2.4. Dosage des sucres solubles

L'analyse de variance de dosage des sucres solubles a montrée des résultats hautement significatifs chez deux les variétés étudiées (Figure 20). La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la variété « Es Hydromel » avec une moyenne de 3,22 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, et la moyenne de 1,45 μg est la plus faible qui a été enregistrée pour la variété « Jura ».

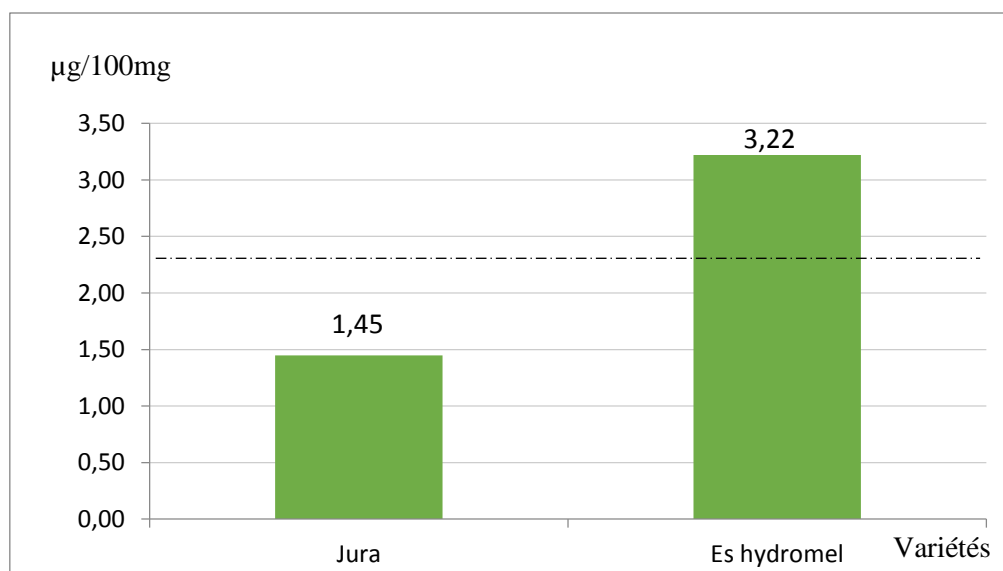


Figure 20. La moyenne des sucres solubles chez deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhdar).

Les sucres jouent un rôle prédominant dans la vie de la plante, ils sont produits par la photosynthèse. Transportés vers les tissus profonds et canalisés, la respiration est convertis en composés de réserves (lipides, saccharose, amidon) qui sont éventuellement dégradés, la régulation du processus métabolique impliqué dépend de la concentration en sucres (Loretto *et al.*, 2001). L'augmentation considérable des teneurs en sucre est connue depuis longtemps, comme un phénomène de résistance chez les plantes soumises aux différents types de stress (Chunyang, 2003). L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (Mouellef, 2010).

Les sucres solubles associés à d'autres solutés organiques (protéines, glucides, acides organiques, acide aminés) interviennent dans le processus d'osmorégulation (Kinet *et al.*, 1998). Ils protègent les membranes contre la déshydratation, en condition de déficit hydrique, les plantes stressées ont réagi par l'augmentation des quantités de sucres solubles au niveau de leurs cellules (Hireche, 2006). Ce sont des indicateurs de degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, Galactose, saccharose et fructose) permettent la résistance aux différents stress (Loretto *et al.*, 2001).

II.3. Paramètres morphologiques

Nous avons étudiés dans notre expérimentation 12 paramètres agro-morphologiques quantitatifs, dont six ont montrés une signification statistique.

II.3.1. Stade végétatif (145 jours après semis)

II.3.1.1. Surface foliaire

L'analyse statistique de la variance du paramètre surface foliaire, a montré des différences hautement significatives (Figure 21). La valeur la plus élevée a été enregistré pour la variété « Es Hydromel » avec une moyenne de surface de 180,27 cm² alors que la variété « Jura » a montré une moyenne de surface de 103,67 cm².

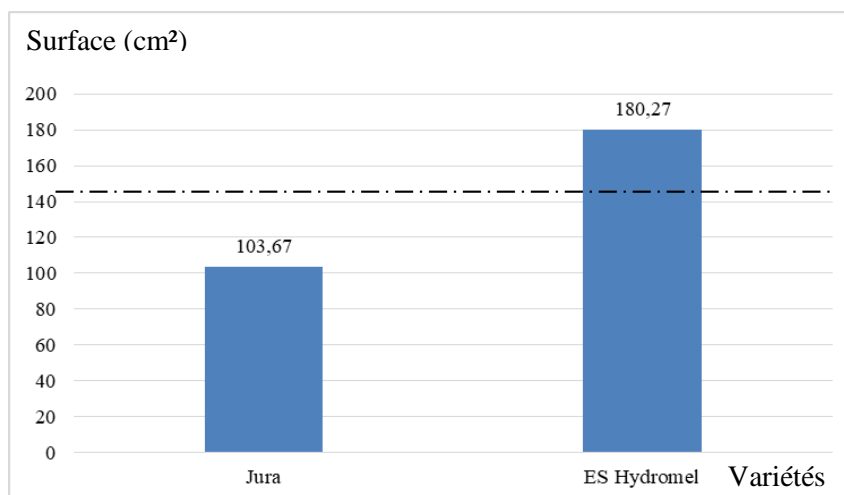


Figure 21. La moyenne de la surface foliaire de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhdar).

Le résultat obtenu montre que la feuille de colza se diffère d'une variété à l'autre par rapport à la surface des feuilles, cette différence peut être au niveau de la longueur et la largeur des feuilles.

La surface de « Es Hydromel » plus élevée que chez « Jura ». D'après (Kichey *et al.*, 2007) rapportent que l'apport en azote augmente la surface foliaire, la concentration en chlorophylle, et la durée de vie des feuilles. Et Selon la stratégie adaptative de chaque espèce ou variété par des modifications morphologiques, la surface foliaire est un déterminisme important de la transpiration. Une des premières réactions des plantes au déficit hydrique est de réduire la surface foliaire ainsi que leurs biomasses sèches (Lebonet *et al.*, 2004).

Le métabolisme de la feuille évolue tout au long de leur développement, leur croissance, et leur chute. Il est spécifique à chaque étage foliaire et traduit des relations

trophiques et environnementales particulières liées au positionnement des feuilles dans le couvert végétal (Dechaumet, 2018).

II.3.1.2. Longueur de la plante

L'analyse de variance de la longueur de la plante a été hautement significative pour les deux variétés étudiées (Figure 22). Les résultats de la moyenne de variété « Es Hydromel » est la plus élevée 57,33 cm, alors que la moyenne de la variété « Jura » qui est la plus basse 49,33 cm.

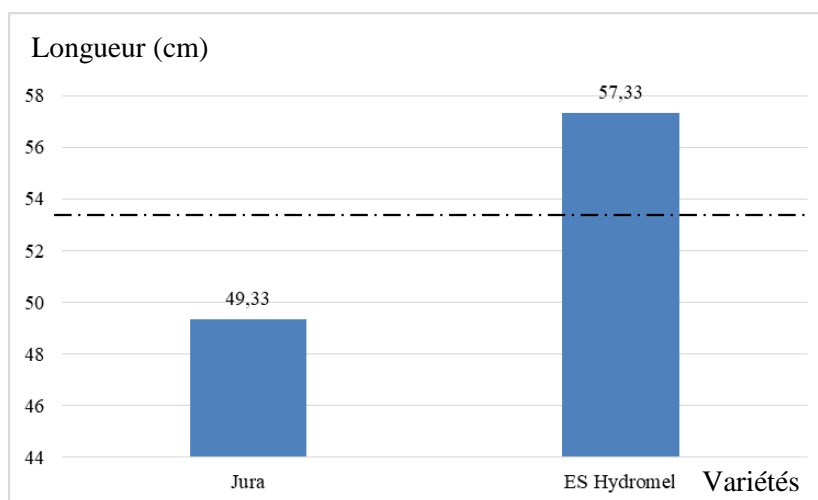


Figure 22. La moyenne de la longueur de la plante de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhdar).

D'un point de vue calendaire, la phase de montaison qui s'intercale entre la reprise de végétation et l'entrée en floraison se déroule sur les mois de mars et avril selon les régions de productions et la croissance de la tige principale et des feuilles progresse rapidement, sa dominance apicale s'exerce, freinant l'attention des ramifications secondaires (Hubert, 2013).

Selon Lawlor et al. (1995), la diminution de la taille des tiges secondaires résulte principalement de la compétition entre différentes zones d'allongement de la plante pour les principaux facteurs trophiques : eau, carbone et azote.

II.3.2. Stade final

II.3.2.1. Nombre de siliques

L'analyse statistique de nombre de siliques a montré un effet hautement significatif entre les deux variétés (Figure 23). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrés pour la variété « Es Hydromel » avec une moyenne de 262,67 siliques par plante, au temps que la moyenne du nombre de siliques pour la variété « Jura » est de 163,33 siliques par plante.

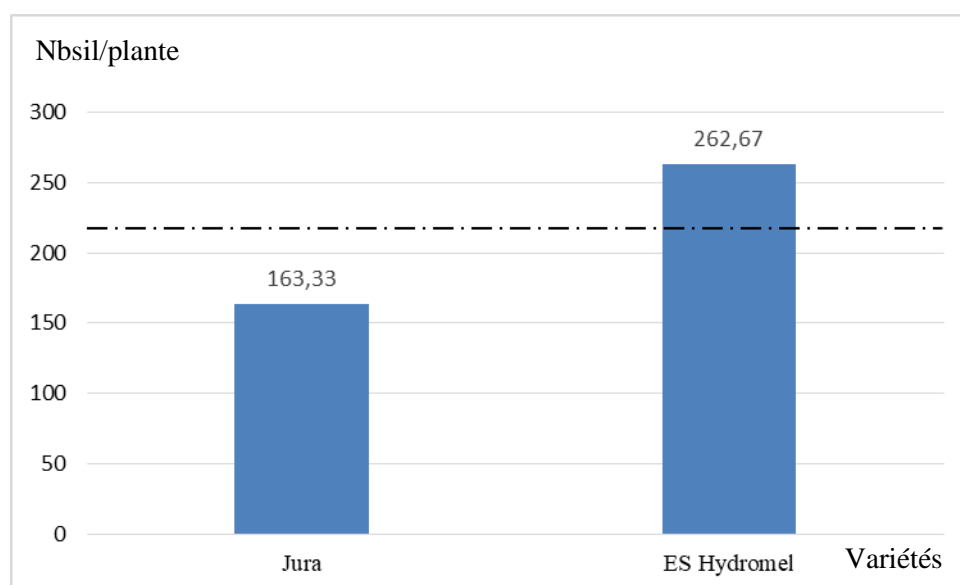


Figure 23. La moyenne du nombre de siliques de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).

Le nombre de siliques est un paramètre important pour la production et un facteur qui influence directement sur le rendement final.

Le rendement de colza des plants individuels est régi par la densité et la bonne distribution des plants en parcelle semée et du nombre de siliques par plant (**Diepenbrock, 2000**).

Selon **Kumar et Singh (2006)**, l'étape de la formation des siliques est un indice physiologique pour connaître les germoplasmes de *Brassica* tolérante la sécheresse. La plante de colza réagisse avec l'eau c'est que le nombre de siliques dans les surfaces à la sécheresse inférieur à celui qu'ils ont en conditions d'irrigation (**Bendana, 2008**).

II.3.2.2. Diamètre de siliques

L'analyse statistique de la variance a montré une différence significative pour le paramètre diamètre de siliques (Figure 24), les valeurs les plus élevées ont été enregistrées pour la variété 1 « Es Hydromel » avec une moyenne de 3,71 mm, alors que la variété « Jura » avec un faible moyen de 2,70 mm.

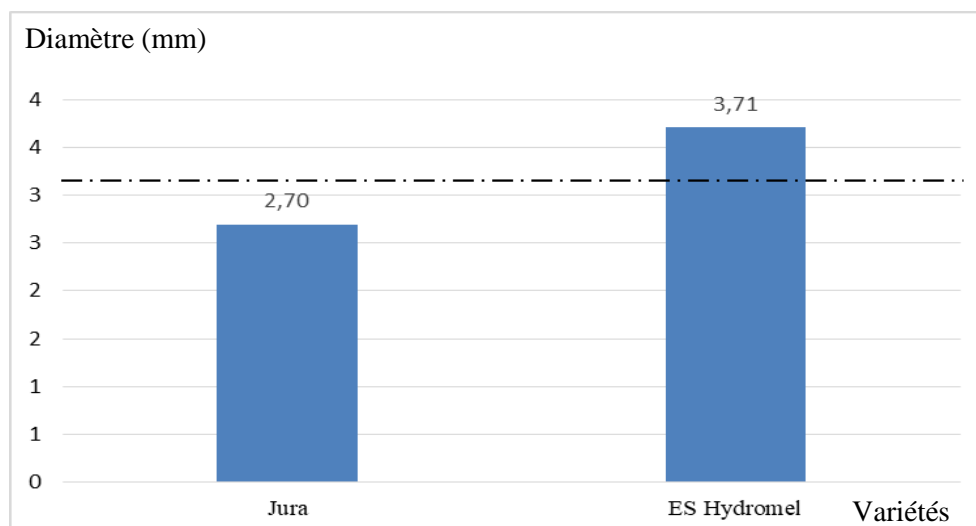


Figure 24. La moyenne de diamètre de siliques de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Oued Lakhdar).

Le diamètre des siliques est un paramètre morphologique indiquant une différenciation entre les deux variétés très claire. Le facteur climatique (précipitation) influence positivement ou négativement sur le diamètre de siliques, car les plantes exposées à un déficit hydrique ont tendance à réduire leur diamètre INRA (2000).

II.3.2.3. Densité de plants par mètre carré

L'analyse de la variance a montré des résultats très hautement significatifs pour le facteur variété étudiées (Figure 25). La moyenne des valeurs de la densité de semis la plus élevée a été enregistrée pour la variété « Es Hydromel » avec 68,00 plantes par mètre carré que d'une très faible moyenne pour la variété « Jura » avec 9 plantes par mètre carré.

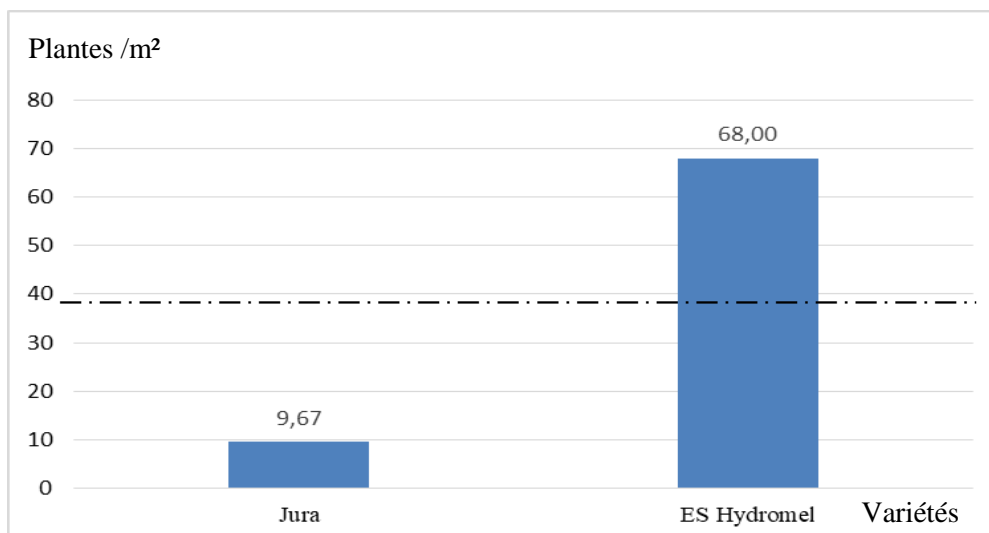


Figure 25. La moyenne de la densité par m² de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouaïd Lakhdar).

D'après la dose de semis on a une grande différence entre la densité chez les deux variétés si que la variété « Es Hydromel » a une densité très élevée par rapport au nombre de plantes chez la variété « Jura », et cela est dû à la dose de semis.

La densité de semis influence directement la longueur et le diamètre des siliques et peut être aussi au nombre des siliques par plante.

(Diepenbrock, 2000) démontre que les rendements de Colza des plants individuels sont régis par la densité et la bonne distribution des plants en parcelle semée et du nombre de siliques par plante.

II.3.2.4. Hauteur finale de la plante

L'analyse de la variance de la hauteur finale de la plante a montré des résultats hautement significatifs (Figure 26). La moyenne de la hauteur finale la plus élevée a été enregistrée pour la variété « Es Hydromel » avec 126,17 cm, alors que la variété « Jura » avec une moyenne de 79,67.

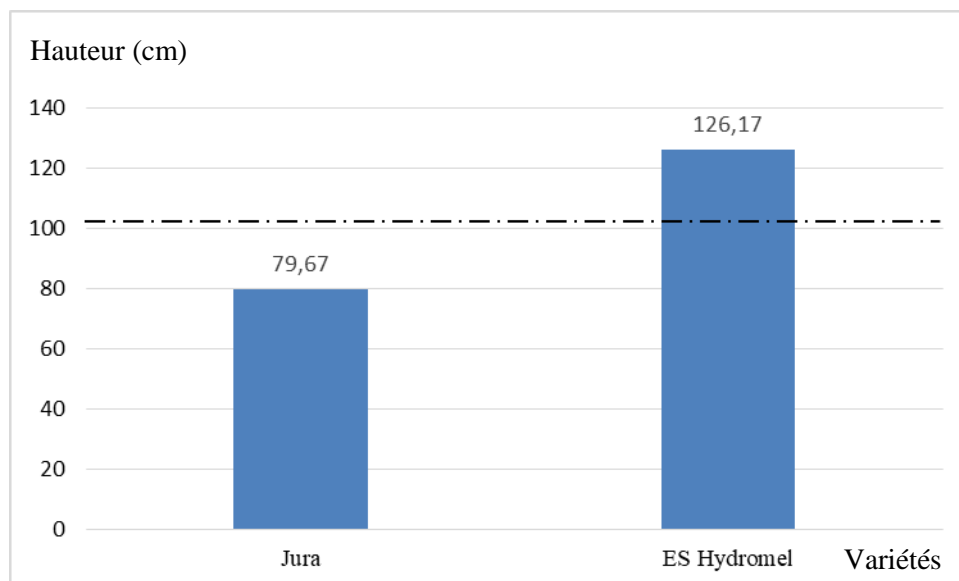


Figure 26. La moyenne de la hauteur finale mesurée avant la récolte de deux variétés de Colza (*Brassica napus L.*) dans la région de Bordj Bou Arreridj (Ouad Lakhdar).

Les tiges représentent l'essentiel de la biomasse aérienne formée entre la reprise de végétation et l'entrée en floraison (Hubert, 2013).

Plus la hauteur des plantes à la récolte est élevée plus la hauteur de la première ramification est élevée et ceci lié aux caractères variétaux c'est-à dire que les variétés hautes donnent des hauteurs de la première ramification hautes et vis vers ça (Guettaa, 2010).

(Deblonde *et ledent*, 2001), (Bezzala, 2005), (Tambussi *et al.*, 2005), ont tous démontré que les plantes manifestent une réduction des dimensions des parties aériennes (hauteur du plant comprise) en cas de sécheresse ce qui valide de plus nos résultats pour la variable hauteur du plant.

II.4. Analyses de corrélations

Pour compléter l'analyse unidimensionnelle d'ANOVA, il est souhaitable d'y aller à une analyse bidimensionnelle par l'estimation de la force de liaison de type linéaire entre deux variables deux à deux (Tableau 3).

Tableau 3: Corrélation entre les paramètres étudiés (en gras des résultats statistiquement significatifs à 0,05%).

	Chl a	Chl b	Chl a+b	IC %	TRE	Suc Sol	Long	SF	NbSil	DiamSil	Dens/m ²
Chl b	0,95										
Chl a+b	0,99	0,99									
IC %	0,71	0,87	0,79								
TRE	0,73	0,90	0,82	0,97							
Suc Sol	0,80	0,83	0,82	0,83	0,74						
Long	0,61	0,78	0,70	0,94	0,95	0,65					
SF	0,77	0,87	0,82	0,92	0,89	0,88	0,88				
NbSil	0,92	0,84	0,89	0,62	0,61	0,80	0,57	0,82			
DiamSil	0,95	0,89	0,93	0,70	0,72	0,75	0,69	0,83	0,97		
Dens/m²	0,91	0,97	0,95	0,91	0,89	0,93	0,80	0,94	0,86	0,88	
HautF	0,72	0,72	0,73	0,68	0,61	0,90	0,57	0,89	0,88	0,78	0,85

Légende : **a** : chlorophylle a ; **b** : chlorophylle b ; **a+b** : chlorophylle a+b ; **IntCel** : intégrité cellulaire ; **TRE** : teneur relative en eau ; **SucSol** : sucres solubles ; **Long** : longueur 145 jour après semis ; **SF** : surface foliaire ; **NbSil** : nombre des siliques ; **DiamSil** : diamètre de siliques ; **Dens** : densité de semis ; **HautF** : hauteur finale.

En gras: La signification.

L'analyse de corrélation montre qu'il y a 40 corrélations positivement significatives entre les paramètres étudiés (tableau 3). Le coefficient de corrélation le plus haut est la chlorophylle a+b avec les chlorophylles a et b ($r=0,99$).

L'intégrité cellulaire est fortement corrélée positivement avec la teneur relative en eau ($r=0,97$) et la teneur en chlorophylle b ($r=0,87$), la TRE traduit la diminution de la turgescence cellulaire qui entraîne la diminution de la croissance de la plante (Selma, 2012). Les sucres solubles sont corrélés avec la teneur en eau ($r=0,83$), la chlorophylle a+b ($r=0,82$) et l'intégrité cellulaire ($r=0,83$).

La longueur de la plante au stade végétatif est corrélée avec la teneur en eau ($r=0,95$), au début du cycle végétatif la plante ajuste sa taille à l'eau disponible dans le milieu en réduisant la surface. La surface foliaire de la feuille est corrélée positivement avec 4 paramètres physio-biochimiques au stade végétatif (intégrité cellulaire, teneur relative en eau, teneur en chlorophylle (b, a+b) et le dosage des sucres solubles) ces paramètres sont tous réalisés sur la feuille au même stade, la surface foliaire est un déterminisme important de la transpiration, elle a été affectée principalement par un stress hydrique ou la sécheresse (Khalifa et Belguermi, 2016). Pour les corrélations des paramètres agro-morphologiques, on observe

des relations positives très claires entre le nombre des siliques, le diamètre des siliques et la densité par m². La hauteur finale est aussi fortement corrélée avec le nombre des siliques ($r=0,88$) et avec la densité par m² avec un coefficient ($r=0,85$)

II.5. Paramètres complémentaires

II.5.1. Estimation de rendement théorique

Les calculs d'estimation du rendement théorique sur le (Tableau 4) nous a montré l'effet de la densité de semi et la dose de semoir sur le rendement. La variété « Jura » a été fortement influencé par la carence de dose de semi se qui influence sur le nombre de plant par m² et aussi le manque de traitement qui a été attaquée par l'Altise, se qui a influencé sur le nombre de silique par plante et donne un faible rendement 17,50 Qx/ha. Par contre que la variété « Es Hydromel » qui a été traité et on avoir une bonne dose de semi qui influence directement sur le nombre de plant par m² et donne un bon rendement de 166,84 Qx/ha, et s'a ce qui montre une grande déférence de rendement entre les deux variétés.

Tableau 4 : Calculs de rendement théorique.

Variété	NbGr/sil	NbSil/Pl	NbPl/m ²	NbGr/ha	PMG g	Rdt Th
Es Hydromel	27,33	262,66	68	488 137	3,418	166,84
Jura	26	163,33	9,66	41 021	4,267	17.50

II.5.2. Rendement réel

Le (Tableau 5) présente une comparaison entre les deux variétés dans 4 paramètres mesurés sur champ avec une seule valeur.

Le rendement chez la variété « Jura » n'est pas réalisée (récolte ratée) se qui a présenté une chute. Alors que chez la variété « Es Hydromel » qui a présenté un rendement acceptable 12 Qx/ha, mais pas vraiment par rapport au résultat de rendement théorique qui présente un rendement très loin que rendement réel 166,84 Qs/ha. Selon **Bendana (2008)**, une contrainte hydrique peut avoir des conséquences de nature et d'intensité variable selon sa position dans le cycle de développement, tout dépend de la composante de rendement mise en jeu en ce moment là. Le rendement en terme de quantité et de qualité est affecté suite à une période de sécheresse au stade F1 de la culture de *Brassica napus* L. (**Bouchereau et al., 1996**).

Hussain *et al.* (2018), la réduction des deux composantes de rendement notamment le nombre de graines par plante et le poids de mille graines provoque la réduction de rendement.

Tableau 5 : Paramètres mesurés pour les deux variétés avec une seule valeur.

Variété	PI/M ²	PMG	Rth	Rendement réel
Es Hydromel	68	3,418	166,84	12
Jura	9	4,267	17,50	Récolte ratée

II.5.3. Poids de mille graines (PMG)

Le poids de mille graines (PMG) chez la variété « Jura » est plus élevée que la variété « Es Hydromel » (Tableau 5). Le poids de la graine est influencée par la densité de semi et les nombre des plants par 1m², quand le nombre des plants est élevé 68 le poids des graine sera faible 3,418 g « Es Hydromel », alors que chez « Jura » le nombre des plants est 9 plantes par m² qui influence au poids des graines 4,267g. Il est primordial de déterminé quel est l'effet de la densité de semis sur le rendement de l'épeautre, sur ses composante et sur les paramètres de la qualité des graines. Une densité de semis appropriée permettait de restreindre les désagréments liés à l'utilisation des grains vêtus en diminuant la quantité de semences nécessaires à l'obtention d'un bon rendement.

Conclusion

Le Colza fait partie des cultures industrielles stratégiques (oléagineuses, sucrières, maïs,...) que compte développer l'Algérie dans les quatre prochaines années en vue de réduire ses importations notamment en huiles alimentaires, en sucre et en aliment de bétail. Un programme de développement de ces cultures a été inscrit dans la feuille de route du secteur pour la période 2020-2024 **Telaijia et Boumezaar (2021)**.

L'étude a porté sur le Colza (*Brassica napus L.*), nous avons étudié deux variétés «Es hydromel » et «Jura» par analyse de variance (ANOVA) de quelques paramètres, physiologiques, biochimiques et agro-morphologiques.

L'analyse des résultats obtenus révèle : A partir du stade végétatif, pour les mesures de la teneur en chlorophylle sont présentés avec des quantités importantes dans la feuille chez les deux variétés étudiées, la variété à un teneur en chlorophylle élevé est «Es Hydromel».

Pour les deux paramètres : l'intégrité cellulaire et la teneur relative en eau la variété « Es Hydromel » occupe le pourcentage un peu élevé par rapport au « Jura » mais pas vraiment une grande différence (93% pour « Es Hydromel » et 91% pour « Jura »). La TRE est un indicateur très utilisé pour mettre en évidence l'état de la balance hydrique d'une plante.

Concernant les paramètres biochimiques étudiés la quantité importante en sucres solubles est présentée chez « Es Hydromel», l'augmentation considérable des teneurs en sucre est connue depuis longtemps, comme un phénomène de résistance chez les plantes soumises aux différents types de stress, et par rapport au teneur en proline on a eu des résultats non significatifs.

Les caractères morphologiques étudiés, ceux qui interviennent fortement dans l'adaptation de la plante et sur le rendement sont : la surface foliaire, la longueur de la plante, le nombre des siliques, le diamètre de silique, la densité de semis en mètre carré et la hauteur finale de la plante. Nous avons trouvés que la variété «Es Hydromel» présente des valeurs élevée par rapport à la variété « Jura ».

On a complété notre analyse de variance par une analyse statistique de corrélation entre les paramètres étudiés. Cette analyse donne des corrélations positivement significatives avec des coefficients acceptables par rapport aux stades étudiés comme la relation entre la surface foliaire et les paramètres physiologiques, la relation entre le nombre et le diamètre

des siliques, la densité par m² et la hauteur finale et aussi la relation qui a une coefficient la plus élevée c'est entre la teneur relative en eau (TRE) et l'intégrité cellulaire (IC%).

Nous avons complété notre travail par une comparaison entre le rendement théorique et le rendement réel, qui donne des résultats présentent une grande différence entre les deux rendements, le rendement théorique donne un grand chiffre plus élevé que le rendement réel.

Finalement nous pouvons dire que la variété « Es Hydromel » a été bien adapté à la zone semi-aride et on peut avoir des mêmes résultats pour la variété « Jura » dans les mêmes conditions.

La culture de Colza (*Brassica Napus* L.) dans la zone de Bordj Bou Arreridj (semi aride) a été adapté aux normes suivies, on peut espérer à l'avenir intensifier la production et amélioré cette culture dans cette région tout en suivant l'itinéraire technique pour cultivé cet espèce et d'obtenir plus de rendements et des résultats plus satisfaisants.

Dans le cadre d'un travail futur, il serait souhaitable :

- Etudes comparable entre les deux variétés dans les mêmes conditions et les mêmes facteurs.
- Etude de la physiologie du Colza « Es Hydromel » dans des sites déférents (humide, subhumide,...etc.).
- Caractérisation morpho-physiologique comparable sur le Colza sous un stress hydrique.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- Albouchi A., Sebei H., Mezni M. Y. & EL Aouni M. H. (2000).** Influence de la durée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse, la surface transpirante et la densité stomatique d'*Acacia cyanophylla*. *Annales de l'INRGREF* **4**, 138- 61p.
- Barrs H. (1968).** Competent to collaborate: Towards a competency-Based model for interprofessional education. *Journal of interprofessional care* **12**(2), 181-187.
- Bendana H. (2008).** Contribution A l'étude des paramètres physiologiques, morpho-agronomiques et biochimiques De la culture du colza (*Brassica napus L. var. fontasio*). Thèse de Magister. Univ. de Constantine, Algérie. 95p.
- Bensaid I. & layadi M. (2021).** Etude comportement de colza (*Brassica napus L.*) à l'Est algérien Mémoire Mastre .Univ B.B.A. Algérie, 46 p.
- Bouchereau A., Clossais B.N., Bensaoud A., Leport L. & Reard M. (1996).** Water stress effects on rapessed quality, *European Journal of Agronomy* **5**, Pp 19-30.
- Bousba R., Ykhlef N. & Djekoun A. (2009).** Water use afficiency and flag leaf photosynthetic in response to water deficit of durum wheat (*Triticum Durum Desf*). *World journal of agricultural sciences* **5**, Pp. 609-611.
- Chunyang L. & Kaiyun W. (2003).** Differences in drought responses of three contrasting Eucalyptus microtheca F. Muell. Populations. Uni of Helsinki. Finland. *Forest Ecology and Management* **179**, 377-385.
- Clark J. M. & Mac-Caig T. N. (1982).** Excised leaf ²water relation capability as an indicator of drought ristance of *Triticum* genotypes. *Canada journal plant science* **62**, 571-576.
- Diepenbrock W. (2000).** Yield analysis of winter oil seed rape (*Brassica napus L.*). *Field crops research* **67**, 35-49.
- Dubois M. Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., & Smith F. (1956).** Calorimetric methode for determination of sugars and related substances. *Anal. chem* **28**, 350-356.
- Hikosaka K., Ishikawa K., Borjigidai A., Muller O. & Onoda Y. (2006).** Temperature acclimation of photosynthesis: mechanisms involved in the changes in temperature dependence of photosynthetic rate. *J. Exp. Bot.* **57**, 291-302 p.
- Hireche Y.A. (2006).** Réponse de la luzerne (*Medicago sativa L.*) au stress hydrique et à la profondeur de semi. Mémoire de Magister, Université AL Hady Lakhdar Batna, 83p.
- Hubert H. (2013).** Le Colza. Ed. France Agricole. Pp.81-118.
- INRA (2000),** Thèse contribution A l'étude des paramètres physiologiques, morpho-agronomiques et biochimiques De la culture du colza (*Brassica napus L. var fontasio*). 95p.

- Khalifa N. & Belguermi S. (2016).** Mémoire Etudes comparative des caractères de production et d'adaptation de 14 variétés du blé dur (*Triticum Durum* Desf) à l'état pluvial sous climat subhumide (Oued Smar). Mémoire de Master, Univ. BBA. Algérie. 57 p.
- Kinet M., Benrebaha F., Bouzid S., Laibacar S. & Dutuit P. (1998).** De réseau a triplex : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semis arides. *Cahier d'Agricultures* 7, Pp. 505-509.
- Kumar A. & Singhd I. (2006).** Use of physiological indices as a screening Technique for drought Tolérance in oil seed *Brassica* species. *Anal F B otany* 81, Pp. 413-420.
- Lawlor D.W. (1995).** The effects of water deficit on photosynth etic carbon metabolism. Oxford, *Flexybility and acclimation BIOS scientific publishers limited.* Pp. 129-160.
- Lefebvre V., Poormohammad Kiani S., & Durant-Tardif M. (2009).** A focus on natural variation for abiotic constraints response in a model species Arabidopsis thaliana. *International Journal of molecular sciences* 10, Pp. 3547-3582.
- Loretti E., De Bellis L., Alpi A. & Perata P. (2001).** Why and how do plant sense sugars. *Annal of botany* 88, Pp. 803-812.
- Mehani M., Bissati S. & Djeroudi Q. (2012).** Effet de l'eau de mer sur deux paramètres hydriques de jeunes plants d'Atriplex canescens. *J. Mater. Environ. Sci.*, 5, 840-845.
- Mouellef A., 2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Mémoire de Magistère Université Mentouri Constantine. 133p.
- Musil, A. F. (1950).** Identification of Brassicas by seedling growth or later vegetative stages.
- Nagaharu U. (1935).** Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. Napus*, and peculiar mode of fertilization. *Japanese Journal of botany* 7, 389-452.
- Rao D. N. & Le Blanc F. (1965).** Effects of sulfur dioxide on the lichen algae with special reference to chlorophyll. *Bryologist* 69, 69-75.
- Salmi M. (2015).** Caractérisation morpho-physiologique et biochimique de quelques générations F2 de blé dur (*Triticum durume* Desf.) sous conditions semi-arides. Université Ferhat Abbas Sétif 1. Mémoire Magistère. 124p.
- Selma B. (2012).** Contribution à l'étude du métabolisme flavonique des plantules de deux variétés de colza (*Brassica napus* L.) effet de déficite hydrique. Univ. des sciences et de la technologie HOUARI BOUMEDIENE, Alger, Mémoire magister. 133p.
- Snedcor G.W. & Cochran W.G. (1981).** Statistical methods .7 th Edition , Iowa state university press ames .
- Sullivan P., Hillier B., & Musgrove J. (1972).** Connaissance et conception .conception envirenementale: recherché et pratique 2, Pp 3-1.

Telaijia B. & Boumezaar M. (2021). Etudes de l'effet de reliefs sur des paramètres physiologiques et morphologiques de *Brassica napus* L. Université des frères MENTOURI Constantine, Algérie. Mémoire Master. 79p.

Troll W. & Lindsley J. (1955). A photometric method for the determination of proline. *J. Biol. Chem* **215**, 655-660.

Tutiempo (2022). La prevision del tiempo con el pronostico meterologico del tiempo para todos los países y ciudades principales del mundo y especial España - Información climática. Copyright © 2022, Tutiempo Network, S.L. <https://fr.tutiempo.net/climat/2022/ws-604440.html>.

www.aps.dz/economie/109224-agriculture-une-feuille-de-route-pour-developper-les-filières-stratégiques.

www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-du-colza-dans-le-monde.

Zebouchi A. (2003).Influence du stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de casuarina glaucasieb science et changements planétaire /séchresse.Vol.14,No. **3**,137-42.

Annexes

ANNEXE 01



Figure 01 : Les feuilles étudiées pour la teneur en chlorophylle (Originale, 2022).



Figure 02 : La plante au stade végétatif (première fleur) (Originale, 2022).



Figure 3 : Matériel utilisés pour la teneur en chlorophylle (Originale, 2022).

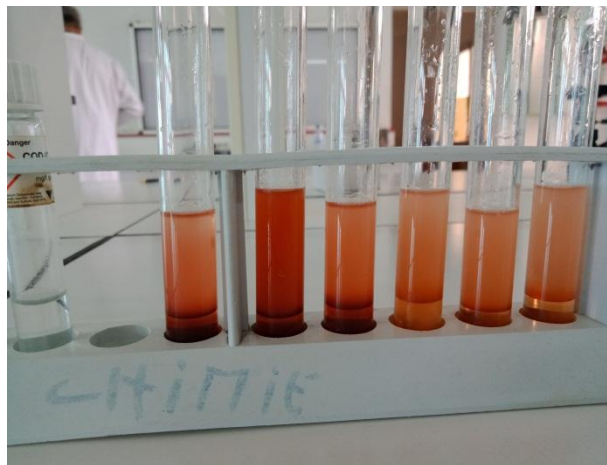


Figure 4 : Tube de dosage de proline (Originale, 2022).



Figure 5 : Pesage de 100g de matière fraîche (Originale, 2022).



Figure 6 : La forme de silique et distribution des graines (Originale, 2022).



Figure 7 : Mesure de la hauteur finale sur champ (Originale, 2022).

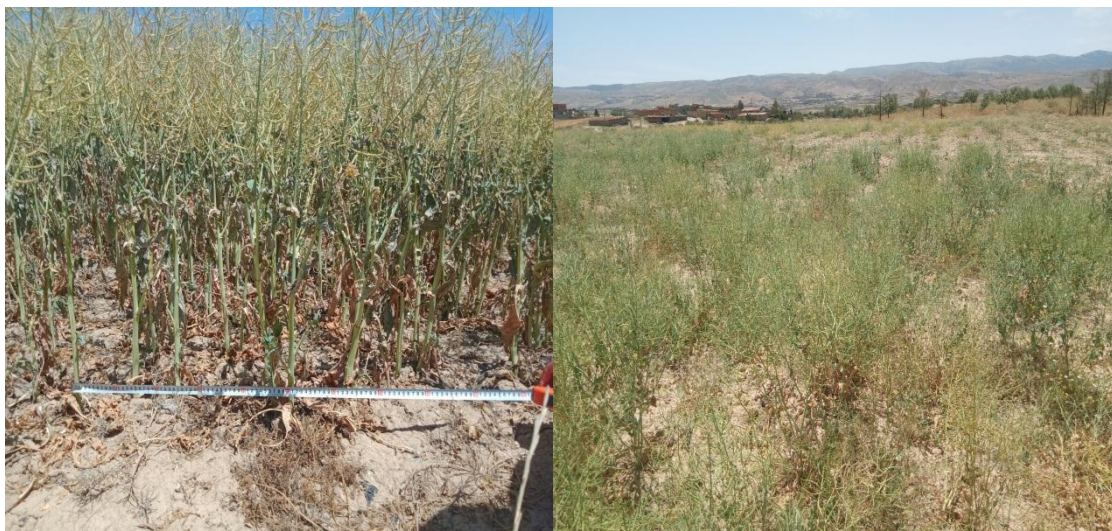


Figure 8 : Nombre de plantes par 1m² de surface sur champ (Originale, 2022).

ANNEXE 02

Tableau 01 : L'analyse de variance de dosage de proline.

	Degr.of	Prol	Prol	Prol	Prol
Intercept	1	9,375500	9,375500	7,342544	0,053553
Variété	1	0,117544	0,117544	0,092056	0,776706
Error	4	5,107494	1,276874		
Total	5	5,225038			

Tableau 02 : L'analyse de la longueur de racine principale.

	Degr.of	LongR	LongR	LongR	LongR
Intercept	1	1184,415	1184,415	141,5918	0,000286
Variété	1	1,215	1,215	0,1452	0,722496
Error	4	33,460	8,365		
Total	5	34,675			

Tableau 03 : L'analyse de nombre des racines secondaires.

	Degr.of	NbRac	NbRac	NbRac	NbRac
Intercept	1	912,6667	912,6667	54,76000	0,001779
Variété	1	2,6667	2,6667	0,16000	0,709597
Error	4	66,6667	16,6667		
Total	5	69,3333			

Tableau 04 : Analyse de longueur de silique.

	Degr. of	LongSil	LongSil	LongSil	LongSil
Intercept	1	285,6600	285,6600	582,9796	0,000017
Variété	1	0,2400	0,2400	0,4898	0,522582
Error	4	1,9600	0,4900		
Total	5	2,2000			

Tableau 05 : Analyse de nombre de graines par silique.

	Degr. of	NbGrSil	NbGrSil	NbGrSil	NbGrSil
Intercept	1	4266,667	4266,667	595,3488	0,000017
Variété	1	2,667	2,667	0,3721	0,574819
Error	4	28,667	7,167		
Total	5	31,333			

Tableau 06 : Dates de réalisation des paramètres physio-biochimiques.

Paramètres étudiés	Date
Teneur en chlorophylles	29/03/2022
Teneur relative en eau (TRE)	31/03/2022
Dosage de proline ($\mu\text{g}/100\text{mg}$)	03/04/2022
Intégrité cellulaire (%)	10/04/2022
Dosage des sucres solubles ($\mu\text{g}/100\text{mg}$)	07/04/2022

Tableau 07 : Dates de réalisation des paramètres morphologiques.

Paramètres	Date
Surface foliaire	05/04/2022
Longueur de la plante	05/04/2022
Longueur de la tige	05/04/2022
Longueur de la racine principale	05/04/2022
Le nombre des racines secondaires	05/04/2022

Tableau 08 : Dates des paramètres agro-morphologiques finales.

Paramètres	Date
Longueur de silique	23/25/2022
Diamètre de silique	23/05/2022
Nombre des siliques par plante	18/05/2022
Nombre de graines par silique	23/05/2022
Hauteur finale	31/05/2022
La densité de semi	24/05/2022
Poids de mille graines	01/06/2022
Estimation de rendement	02/06/2022
Récolte	09/06/2022