



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Des Frères MENTOURI Constantine

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

Mémoire de fin de cycle de formation : Master Académique
Biotechnologie et Génomique Végétale

Filière : Biotechnologies

Thème :

**Etude de l'effet des reliefs sur des paramètres physiologiques et
morpho-agronomiques de *Brassica napus* L.**

Soutenue le 07 juillet 2021

Présenté par :

- TELAJDIA Basma
- BOUMEZAAR Maroua

Devant la commission d'évaluation :

- **Président:** Pr. BENBELKACEM A.
- **Encadreur :** MAA. KELLOU K.
- **Examinatrice:** MCB. KHENNAOUI Amina

Année Universitaire

2020 – 2021

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions ALLAH azzawadjal le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'accomplir ce modeste travail.

Al hamdoulilah de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire **KELLOU K.**, maître assistant A à l'université des frères Mentouri Constantine 01, pour son engagement, son aide et ses précieux conseils qui ont contribué à la réalisation de notre travail.

J'adresse également mes vifs remerciements au Prof : **BENBELKACEM A.**, Pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Notre profonde gratitude s'adresse également **Mme KHENAOUI Amina** maître de conférences B à la faculté des sciences de la nature et de la vie- l'université des frères Mentouri Constantine 01, qui a acceptée de faire partie de jury et de consacrer son temps pour examiner ce travail.

Enfin, nous remercions gracieusement toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Nous dédis ce travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement :

A nos chers parents que nulle dédicace ne puisse exprimer nos sincères sentiments,
pour leur patience illimitée, leur encouragement contenu et leur aide.

A mes chers frères : Fatima et Yahia et à tout la famille TELAIDJIA et BOUMEZAAR
pour leur grand amour et leur soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

A mes chers amis (Manar et Rayene²), Insaf, Sarra, Kawther, Sandra, Hajder,
Saphinese, Anis...et à tous ceux que j'aime, sans leur encouragement ce travail n'aura
jamais vu le jour.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	Moyenne, intervalle et écart-type de la teneur en huile des graines des variétés de B. napus et de B. rapa	17
Tableau 02	Composition en acides gras de l'huile de semence (valeurs moyenne, minimale et maximale) de B. napus et de B. rapa.	18
Tableau 03	Données climatiques des 03 mois (Mars, Avril et Mai) à Constantine. (Historique-Meteo.net)	25
Tableau 04	Répartition des parcelles est sous parcelles du terrain agricole étudié.	26
Tableau 05	Tableau récapitulatif des moyennes et écart-types de l'ensemble des paramètres étudiés sur les 03 parcelles.	30
Tableau 06	Coefficients de corrélation entre les 10 paramètres morpho-physiologiques et agronomiques étudiés sur la culture du colza	43

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Les stades repères du colza	04
Figure 02	Les stades repères du colza en automne	05
Figure 03	Les stades repères du colza en printemps	05
Figure 04	Le triangle d'U illustre l'origine des plantes de culture polyploïdes <i>B. carinata</i> (Chou éthiopien), <i>B. juncea</i> (moutarde indienne) et <i>B. napus</i> (colza) provenant de croisements entre les parents diploïdes indiqués	08
Figure 05	Schéma simplifié de sélection du colza à partir de La stérilité mâle cytoplasmique (CMS)	11
Figure 06	liste des variétés dont la commercialisation sera interdite en France	16
Figure 07	Huile de colza : volume de production mondiale 2012/13-2020/21 (Statista, 2021)	20
Figure 08	Volume de production de colza dans le monde par pays 2019/2020 (Statista, 2021)	21
Figure 09	Images satellites par Google earth présentent les reliefs (pente et altitude) du terrain agricole cultivé en colza	24
Figure 10	Effet du relief du terrain cultivé sur la TRE (RWC) de la culture du colza dans les 03 parcelles d'étude.	32
Figure 11	Effet du relief du terrain cultivé sur la teneur en chlorophylle de la culture du colza dans les 03 parcelles d'étude en période de floraison.	33
Figure 12	Effet du relief du terrain cultivé sur la teneur en chlorophylle de la culture du colza dans les 03 parcelles d'étude en période de fructification.	34

Figure 13	Effet du relief du terrain cultivé par le colza sur le nombre de plantes/m ² dans les 03 parcelles d'étude	35
Figure 14	Effet du relief du terrain cultivé sur le nombre de branches par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.	36
Figure 15	Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de siliques par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude	37
Figure 16	Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de grains par silique du colza dans les 03 parcelles d'étude.	38
Figure 17	Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de grains par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.	39
Figure 18	Effet de la pente du terrain cultivé sur le poids des grains par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.	40
Figure 19	Effet du relief du terrain cultivé sur le poids de 1000 grains (PMG) des plantes du colza dans les 03 parcelles d'étude	41
Figure 20	Effet du relief du terrain cultivé sur le rendement théorique (q/ha) des plantes du colza dans les 03 parcelles d'étude	42

LISTE DES ABREVIATIONS

TRE	la Teneur Relatif en Eau
TnC	la teneur en Chlorophylle
NB/P	Nombre de branches/plant
NS/P	Nombre de silique/plante
NG/S	Nombre de grains/silique
PMG	Poids de 1000 grains
PG/P	Poids des grains par plante
NG/P	Nombre de grains par plante
NP/m²	Nombre de plante / m ²
Rt/m²	Le rendement théorique

TABLES DES MATIERES

Remercîment

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Table des matières

Résumé

Introduction	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	03
I) Aspect agronomique et écophysologique	
1. Description générale	04
2. La Culture de colza	04
3. Les stades repères du colza	05
4. Les différentes étapes de la culture du colza	06
5. Exigences écologiques de la culture	06
II) Aspect botanique et génétique	
1. Classification	07
2. Origine	08
3. Allo-tétraploïdes	09
4. Hybrides et hétérosis	10

5.	La stérilité mâle cytoplasmique (CMS)	10
6.	Diversité génétique de <i>B.napus</i>	11
	a) L'utilisation de la variation intraspécifique existante	12
	b) Exploitation de la diversité interspécifique et inter-générique	12
III)	Aspect génomique	
1	Séquençage et description du génome	13
2	Analyse et Comparaison génomique	14
	a) <i>B. napus L.</i> , <i>B. rapa</i> et <i>B. oleracea</i>	14
	b) <i>B. napus L.</i> et <i>A. thaliana</i>	14
3	Méthodes de Génie génétique et colza GM/ VRTH	14
IV)	Aspect biochimique	
1.	Teneur en huile	17
2.	Composition lipidique	18
3.	Profile des acides gras	18
4	Composition protéique	19
V)	Aspect industrielle et économique	
1.	Importance économique et industrielle	19
2.	Production mondial de colza	20
3.	Le colza en Algérie	21
	Chapitre II : Matériel et méthodes	24
	Chapitre III : Résultats et Discussion	30
	Conclusion	45

Références bibliographiques

48

Annexes

56

Resumé

Dans l'objectif de mettre en évidence la variabilité génétique que présente un cultivar de colza pour son adaptation en conditions locales, nous avons étudiées l'effet des reliefs (pente et altitude) sur des paramètres morpho-physiologiques d'un matériel génétique hybride (*Brassica napus* L. var. INV110 CL) cultivé au niveau de la wilaya de Constantine sur un terrain accidenté caractérisé par une pente diverse qui peut influencer sur la répartition des eaux lors des précipitations. Les résultats démontrent que les variations du relief du terrain cultivé s'avère sans incidence marquante sur les paramètres physiologique étudié, le poids de 1000 grains et le rendement théorique. A l'opposé, Les effets de l'altitude s'avèrent d'un impact plus important sur les paramètres qui dépendent des fruits et la ramification (plantes/ m², le nombre de siliques/ plante, le nombre de grains par silique, le nombre de grains/ plante et le poids des grains/ plante).

Mot clés : *Brassica napus*, Colza, Reliefs, Variabilité, Morpho-agronomique, Corrélation.

Abstract

In order to highlight the genetic variability of a rapeseed cultivar for adaptation to local conditions, we studied the effect of the reliefs (slope and altitude) on morpho-physiological parameters of a hybrid genetic material (*Brassica napus* L. var. INV110 CL) cultivated in wilaya of Constantine on a farmland with slope that can influence the distribution of water during precipitation. The results show that variations in the relief of the cultivated land are not significantly affecting the physiological parameters studied, thousand seed weight (TSW) and the theoretical yield. In contrast, the effects of altitude have a greater impact on fruit-dependent and branching parameters (plants/ m², number of siliques/ plants, number of grains per silique, number of grains/ plants and weight of grains/ plants).

Keywords: *Brassica napus*, Colza, Reliefs, Variability, Morpho-agronomique, Correlation.

المخلص

من أجل إظهار التباين الجيني لنبات السلجم الزيتي وتكيفه مع الظروف المحلية ، قمنا بدراسة تأثير التضاريس (الإنحدار والارتفاع) على الصفات الشكلية الفسيولوجية للمادة الوراثية الهجينة (*Brassica napus* L. var. INV110 CL) المزروعة على مستوى ولاية قسنطينة على أرض غير مستوية تتميز بانحدار متنوع يمكن أن يؤثر على توزيع المياه أثناء هطول الأمطار. أظهرت النتائج أن الاختلافات في تضاريس الأرض المزروعة ليس لها تأثير ملحوظ على المعايير الفسيولوجية ، وزن الالف حبة والمحصول النظري. من ناحية أخرى أثبتت تأثيرات الارتفاع أن لها تأثير أكبر على المعايير التي تعتمد على الثمار والتفرع (عدد النباتات في المتر المربع ، عدد القرون في النبتة ، عدد البذور في القرن ، عدد البذور في النبتة و وزن البذور في النبتة).

الكلمات المفتاحية: السلجم الزيتي ، الكولزا، التضاريس، التنوع، المورفولوجي، الزراعي، الإرتباط

Introduction

La production mondiale de colza a commencé au XIX^{ème} siècle lorsque l'huile obtenue à partir des graines de colza était utilisée comme lubrifiant pour les machines à vapeur. Ayant une teneur élevée en glucosinolates conférant un goût amer, l'huile de colza était à l'époque peu destinée à l'alimentation animale ou humaine. Ce n'est que plus tard, grâce à la sélection de variétés de colza spécifiques, que la teneur en glucosinolates a été réduite et on a pu obtenir une huile plus savoureuse et qualitative.

L'huile de Canola ou bien Colza <00> est principalement utilisée comme produit huileux comestible pour une gamme d'applications de cuisson, de margarine, de vinaigrettes ... etc. L'huile de Colza est utilisée à des fins industrielles, pour l'alimentation animale et comme plante mellifère.

Avec une production mondiale annuelle de l'ordre de 64 millions de tonnes (Mt), le colza occupe une position stratégique dans la production de graines oléagineuses. Dans l'Union Européenne (UE) elle représente la première graine oléagineuse produite localement. Au Canada le canola est devenu l'une des exportations agricoles les plus précieuses.

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

L'objectif de ce travail était d'étudier l'effet des reliefs sur les paramètres physiologiques, morpho-agronomiques durant les deux stades critiques du développement de la culture du colza (*Brassica napus* L. var. INV110 CL); stade de floraison et stade de fructification, une manière à contribuer dans l'appréciation de l'adaptation d'une telle culture sur notre sol et sous nos conditions climatiques.

Ce document est réparti comme suit : Chapitre I ; une synthèse bibliographique consacré aux différents aspects (agronomique, écophysiological, génétique, génomique ...ect) du *Brassica napus* L., chapitre II ; concernant le matériel utilisés et les méthodes d'étude suivies et le troisième et dernier chapitre propre aux résultats obtenus avec discussion.

Chapitre I :
Synthèse
bibliographique

I) Aspect agronomique et éco-physiologique :

1. Description générale

Brassica napus est une espèce annuelle ou bisannuelle (Gulden *et al.* 2008), est une plante de la famille des crucifères (Brassicaceae) reconnaissable à ses fleurs jaunes fluo, qui donne des petites graines noires riches en lipides (Emilie G, 2020).

Les plants de colza sont relativement hauts, allant de 120 à 180 centimètres, et ont un long et racine pivotante mince. Les tiges des plantes sont ramifiées, chaque branche se terminant par un épi allongé (Jack B *et al.*, 2008).

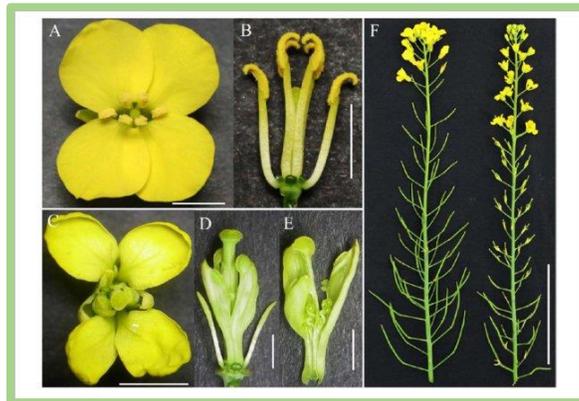


Figure 01 : Fleur de colza *Brassica napus* L. (Kang *et al.*, 2017)

2. La Culture de colza :

Le colza précède généralement une céréale dans les successions de culture. Un délai de retour du colza sur la même parcelle d'au minimum deux ans (mais souvent plus) est pratiqué par les agriculteurs (Cetiom, 2002).

Il existe deux principaux types de colza :

Colza d'hiver : à phase rosette longue, qui demande pour accomplir son cycle végétatif une période hivernale vernalisante ($< 7^{\circ}\text{C}$ pendant au moins 40 jours), puis une photopériode longue, il possède une certaine résistance au froid. Ce type de colza prend la durée de cycle varie entre 250 et 300 jours avec une somme de température de 1700 à 1800 C° . Le colza d'hiver est caractérisé par sa résistance à des degrés de froid de moins de (-20°C) (Soltner, 1999).

Le colza de printemps est une tête de rotation à cycle court (environ 6 mois) qui permet un rapide retour sur investissement avec un faible niveau de charge. Dans les conditions

pédoclimatiques européennes et françaises en particulier, il est délaissé au profit du colza d'hiver, nettement plus productif. (Aurore B, 2019).

3. Les stades repères du colza :

Automne :

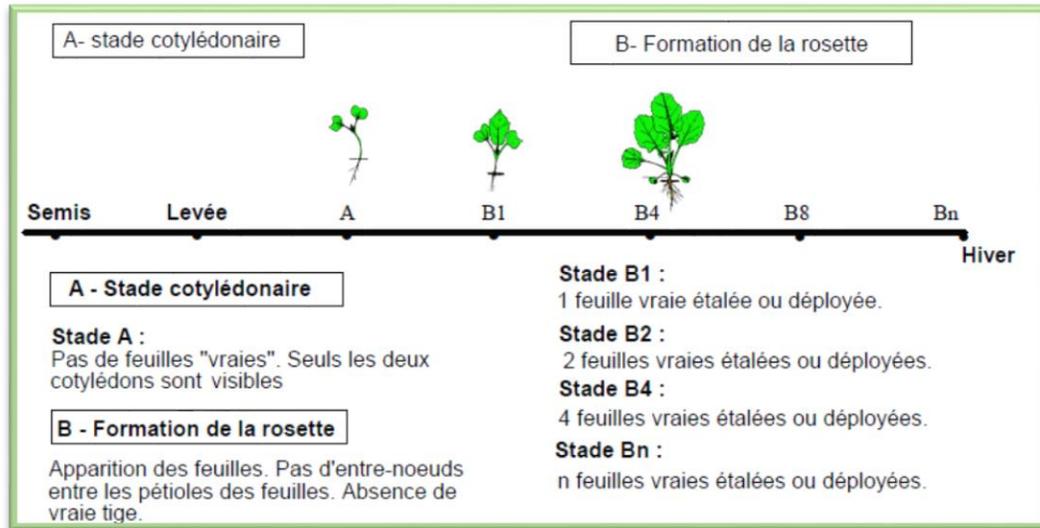


Figure 02: Les stades repères du colza en automne (Cetiom, 2002).

Au printemps :

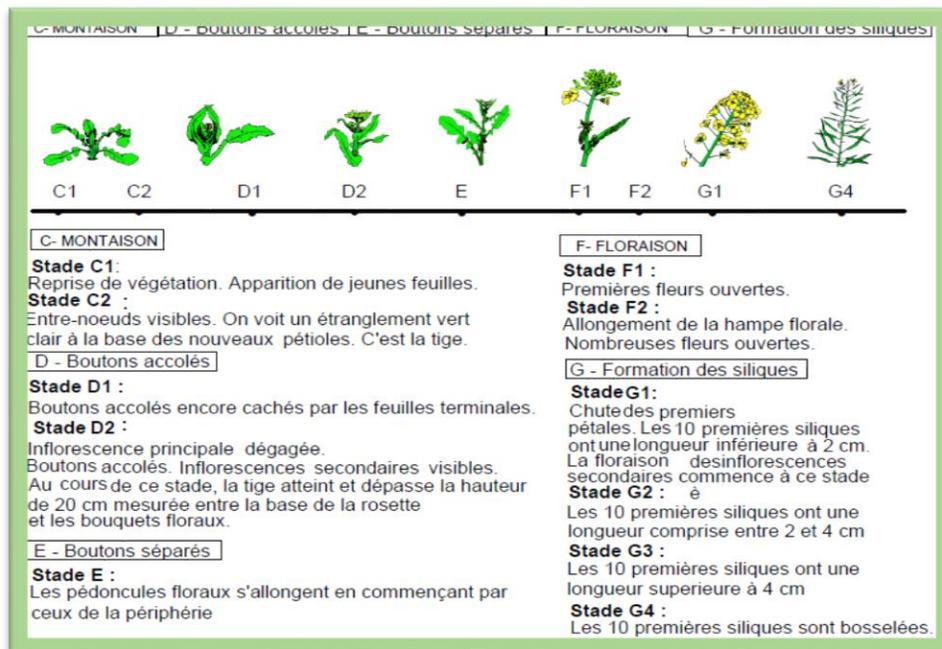


Figure 03: Les stades repères du colza en printemps (CETIOM, 2002).

4. Les différentes étapes de la culture du colza :

a) **La préparation du sol** : Le colza est une plante annuelle qui se sème généralement en automne dès le mois d'octobre, entre deux cultures. Il peut se semer à la volée sur un sol juste griffé. Si votre jardin est petit, vous pouvez semer quelques graines tous les 20 cm à environ 2 ou 3 cm de profondeur. Son emplacement devra être bien lumineux pour lui assurer une bonne floraison. (Leïla R, 2019).

b) **Fertilisation** : La fertilisation azotée vise à compléter les fournitures du sol au printemps afin de satisfaire les besoins de la plante. Sur les gros colzas qui ont déjà absorbé beaucoup d'azote à l'automne, la fertilisation azotée au printemps sera faible. A l'inverse, sur des petits colzas, il faudra davantage d'engrais azoté (Luc C, 2019).

c) **Désherbage** : Le désherbage du colza est toujours délicat à mettre en œuvre. Les produits de désherbage de prélevée pénètrent par voie racinaire et, de ce fait, nécessitent un sol humide au moment du semis ou une pluie de 10 à 15 millimètres dans les quelques jours qui suivent leur application. (Ségolène P *et al*, 2020).

d) **Contrôle des maladies et ravageurs** : Sensible aux ravageurs comme les altises, le charançon et les méligèthes, le colza peut subir d'importants dégâts. (Alexandre S, 2020)

e) **La récolte** : En général, la récolte du colza intervient en mai et jusqu' au début juin par la moissonneuse-batteuse, lorsque les graines Dans les siliques sont brunes a noirâtres (Amrani M, 2013) et se fait idéalement quand les graines sont aux environs de 9% d'humidité. (Jean-L, 2020).

5. Exigences écologiques de la culture :

***Le sol** : Le colza préfère les sols riches, profonds, ameublis et conservant une certaine humidité tout en étant bien drainés. Il ne tolère pas les sols mal drainés ou inondés. (Sattell *et al.*, 1998).

***La Température** : Le colza résiste aux basses températures hivernales, mais il est sensible au gelées printanières et aux températures élevées et sèches (sirocco), coïncida avec le stade floraison ! La température optimale de son développement se situe entre 10°et 20°C (Amrani m, 2013).

***Eau** : Le colza est une culture particulièrement exigeante en eau, avec un besoin global de 450 à 500 mm sur l'ensemble de son cycle (Abdelghani N, 2015).

***Nutrition minérale** : Les besoins du colza en éléments minéraux sont importants et restent liés aux objectifs des rendements visés. Cependant, les restitutions sont très grandes et atteignent en moyenne 50, 31 et 91%, respectivement pour l'azote, le phosphore et la potasse, à condition de restituer les résidus de récolte et les incorporer au sol. (Zerrari *et al*, 2001).

II) Aspect botanique et génétique :

1. Classification :

Brassica napus appartient à la famille des Brassicacées qui comprend environ 25 tribus, 338 genres et 3709 espèces (OECD, 2012), dont deux genres (*Brassica* et *Raphanus*) sont largement cultivés pour les huiles comestibles, les légumes, les épices, les fleurs ornementales et les cultures fourragères dans le monde. (Kaneko et Bang, 2014).

Rang taxonomique:(USDA-NRCS, 2014)

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 (famille de la moutarde)

Tribu : Brassiceae

Genre : *Brassica* L. (moutarde)

Espèce : *Brassica napus* L. (canola et colza)

Six espèces de Brassica économiquement importantes partagent trois génomes majeurs (A, B et C), qui sont organisés en espèces diploïdes (AA, BB et CC) et allotétraploïdes (AABB, AACC et BBCC) dans le triangle classique de U (Sheng *et al.*, 2011).

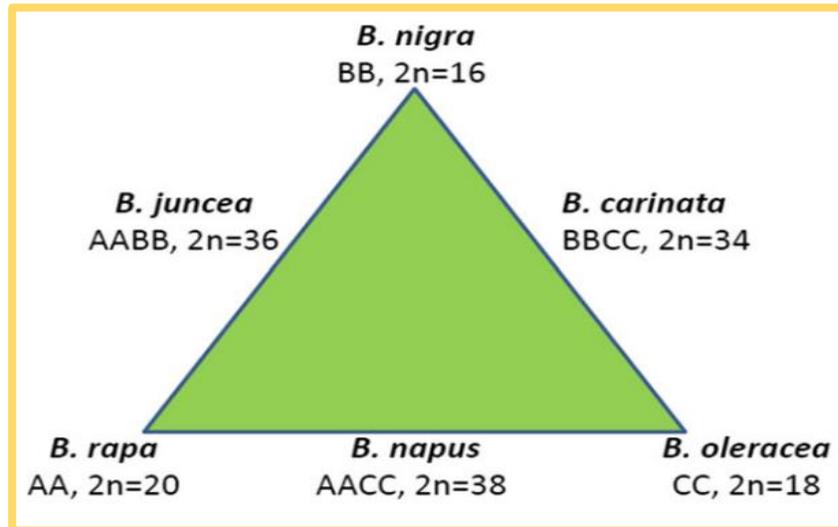


Figure 04 : Le triangle d'U illustre l'origine des plantes de culture polyploïdes *B. carinata* (Chou éthiopien), *B. juncea* (moutarde indienne) et *B. napus* (colza) provenant de croisements entre les parents diploïdes indiqués (Shengyi *et al.*, 2018)

Le genre Brassica contient trois espèces diploïdes monogénomiques, à savoir *B. rapa* L. ($2n = 20$, AA génome), *B. nigra* L. ($2n = 16$, BB) et *B. oleracea* L. ($2n = 18$, CC), et leurs espèces allotétraploïdes produites naturellement, *B. napus* L. ($2n = 38$, AACC), *B. juncea* L. ($2n = 36$, AABB) et *B. carinata* A. ($2n = 34$, BBCC) (Kaneko et Bang, 2014).

2. Origine :

Brassica napus L. appartient à la famille des Brassicacées (Renate et Ian, 2011), est une espèce allopolyploïde récente à fort potentiel de diversification et d'adaptation (Chalhoub *et al.*, 2014), formée au cours des 7500 dernières années (Shengyi *et al.*, 2018).

Les origines exactes du *B. napus* et les processus d'amélioration restent flous (Lu *et al.*, 2019), on pense qu'il est issu de plusieurs hybridations interspécifiques aléatoires et distinctes entre les génotypes du navet (*Brassica rapa*; AA, $2n=2=20$) et du chou (*Brassica oleracea*; CC, $2n=2=18$) croissance côte à côte à l'époque médiévale. Cependant, il est également possible qu'une espèce sauvage de Brassica ($n = 9$) comme *Brassica montana* Pourr; ou un génome

ancestral partageant des caractéristiques similaires, ait pu contribuer au génome C hérité de l'ADN maternel de *B. napus*. Des preuves à ce sujet ont été recueillies au cours des années 1990 à l'aide d'une analyse de chloroplaste et d'ADN mitochondrial. De plus, dans une étude utilisant des marqueurs microsatellites liés au génome du chloroplaste, il a été suggéré que *B. montana* ou un ancêtre relativement proche aurait pu contribuer plus fréquemment en tant que source parentale représentant le cytoplasme du génome C. Cependant, la même étude a trouvé, bien qu'à des fréquences plus basses, des similitudes avec le génome C de *B. oleracea*. Cette constatation est cohérente avec le fait que *B. napus* a des origines multiples. Malheureusement, *B. napus* est rarement trouvé à l'état sauvage, et le manque de parents sauvages de cultivars et de races locales modernes empêche une étude phylogénétique approfondie qui pourrait permettre de déterminer avec précision les génomes diploïdes parentaux originaux de cette espèce (Renate et Ian, 2011).

Le centre d'origine des espèces de génome diploïde parental Brassica A et C est situé autour du bassin méditerranéen (sous forme de *B. oleracea*), au Moyen-Orient et en Asie mineure (sous forme de *B. rapa*) (Renate et Ian, 2011). Le centre d'origine de *Brassica napus* est indéterminé; certains chercheurs supposent qu'il est originaire d'Europe méditerranéenne, tandis que d'autres pensent qu'il a plusieurs origines (canada.ca, 2017).

3. Allo-tétraploïdes:

Les allo-polyplloïdes proviennent d'une combinaison d'ensembles de chromosomes de différentes espèces (Ayala, 2020).

Plusieurs espèces, en particulier dans les Brassiceae, sont des allotétraploïdes récemment formés, par exemple, *Brassica napus* ($n = 19$) a été formé par hybridation de *Brassica rapa* ($n = 10$) et *B. oleracea* ($n = 9$). Génétiquement, *B. napus* est un allopolyploïde (AACC, $2n = 38$) présentant un héritage disomique (Renate et Ian, 2011) (c'est-à-dire un individu ayant un ou plusieurs chromosomes présents en deux exemplaires) (Merriam-Webster, n.d.).

B. napus a reçu beaucoup d'attention en tant que plante modèle pour comprendre les conséquences de la polyploïdie chez les organismes supérieurs (Renate et Ian, 2011).

4. Hybrides et hétérosis :

L'hétérosis, c'est l'augmentation de caractéristiques telles que la taille, le taux de croissance, la fertilité et le rendement d'un organisme hybride par rapport à ceux de ses parents (Britannica, 1998).

L'hétérosis est l'une des méthodes utilisées pour augmenter le rendement des graines de colza. Il est également connu sous le nom de vigueur hybride, est un phénomène dans lequel la progéniture (F1) d'individus génétiquement divers d'une espèce donnée ou ceux produits par croisement interspécifique ont une biomasse plus élevée, un rendement en graines, une croissance plus rapide, une meilleure tolérance au stress, et une plus grande résistance aux maladies que les deux parents (Wolko J *et al.*, 2019).

Aujourd'hui, les hybrides F1 représentent le principal type de variété. Ils sont produits avec des systèmes génétiques de stérilité masculine, dont la plupart sont basés sur des mutations cytoplasmiques causant la stérilité masculine (CMS). Le rendement plus élevé des hybrides est causé par « l'effet hétérotique » qui dépend principalement de la distance génétique entre les parents. Par conséquent, des pools génétiques éloignés doivent être générés pour le développement des parents féminins et masculins. Le potentiel futur de la conception des variétés est donc déterminé par l'utilité des pools génétiques et la performance des parents hybrides qui en sont issus (Shengyi L *et al.*, 2018).

5. La stérilité mâle cytoplasmique (CMS) :

La stérilité mâle des plantes se rapporte à l'incapacité de produire du pollen fertile. Elle se produit spontanément dans les populations naturelles et peut être causée par des gènes codés dans les génomes nucléaires (stérilité masculine génique; GMS) ou mitochondriaux (stérilité mâle cytoplasmique; CMS). Cette caractéristique a une grande valeur agronomique pour la production de semences hybrides (c.-à-d. l'élimination des grains de pollen fonctionnels pour empêcher l'autopollinisation) (Garcia L *et al.*, 2019) surtout dans les cultures importantes telles que le colza (*Brassica napus*). Il est également recommandé d'utiliser des plantes mâles stériles comme méthode de sécurité biologique pour prévenir la propagation des transgènes, un risque élevé dans le cas du colza en raison du mode de pollinisation, du croisement par le vent ou les insectes, et de la présence de plantes apparentées, espèces pollinisatrices croisées dans l'écosystème environnant en Europe (Engelke T *et al.*, 2010).

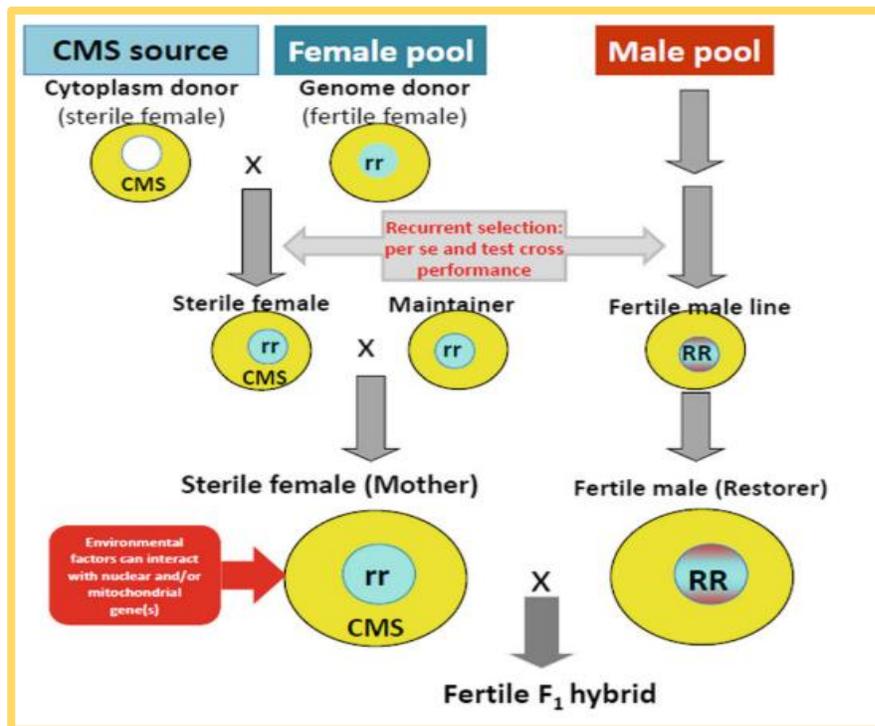


Figure 05 : Schéma simplifié de sélection du colza à partir de La stérilité mâle cytoplasmique (CMS) (Shengyi *et al.*, 2018).

Une femelle cytoplasmique mâle stérile (CMS) (reproduite par une lignée complémentaire fertile «mainteneur») La lignée CMS est utilisée comme mère (semence parentale) pour la multiplication des graines par pollinisation par un parent mâle approprié (restaurateur, parent pollen), la restauration de la fertilité par l'action d'un allèle nucléaire R correspondant à l'allèle rr du mainteneur (Shengyi L *et al.*, 2018).

6. Diversité génétique de *B.napus*:

Le canola (*Brassica napus*, AAcc, $2n = 38$) est l'une des cultures oléagineuses les plus importantes au monde en termes de superficie et de production (bennett *et al.*, 2012) La base génétique du colza (*Brassica napus*) est assez étroite en raison de son aire géographique limitée et de sa reproduction intensive (Havlíčková *et al.*, 2014).

L'amélioration du rendement des semences, d'autres caractères agronomiques et de qualité des semences chez *B. napus* par la sélection nécessite du matériel génétique dans le programme de sélection avec une large base génétique. La diversité génétique du *B. napus*

peut être élargie par l'introgession de la composante génomique des deux espèces parentales ou d'autres espèces apparentées du genre *Brassica*.

On peut élargir la diversité génétique du *B. napus* de printemps en utilisant trois variantes différentes de *B. oleracea* (cc, 2n=18) à partir des croisements interspécifiques de *B. napus* X *B. oleracea* en utilisant le chou, le brocoli et le chou frisé chinois comme parent de *B. oleracea* (Bennett *et al*, 2012).

La diversité génétique de *B. napus* peut être augmentée par :

a) L'utilisation de la variation intraspécifique existante :

Les populations génétiquement diverses sont des outils nécessaires pour les analyses phénotypiques et génotypiques d'une espèce. Plusieurs collections, provenant de divers parents et produites pour divers caractères, ont été propagées et sont utilisées dans des méthodes génétiques telles que la cartographie et le clonage de gènes.

L'utilisation combinée de différentes ressources permet l'établissement de cartes consensuelles pour l'analyse génomique approfondie de traits complexes. Par exemple, Raman *et al.* (2013) ont appliqué neuf populations de DH (Double haploïdie) élaborées par divers auteurs à des fins et à des caractères différents et ont développé une carte de consensus à haute densité.

b) Exploitation de la diversité interspécifique et inter-générique :

La diversité génétique entre et au sein des espèces est généralement précieuse et particulièrement nécessaire comme base pour la sélection et l'amélioration des cultures. C'est une condition préalable à la recombinaison conduisant à une nouvelle variation génétique dans la descendance croisée. Une distance génétique minimale est une condition préalable pour obtenir des effets hétérotiques, c'est-à-dire l'avantage de rendement de F1 par rapport à ses parents, et donc nécessaire pour la sélection de cultivars hybrides avec un potentiel de rendement élevé.

La variance génétique peut être induite par l'hybridation sexuelle (croisement) de cultivars libérés, de lignées de sélection adaptées, de races locales ou même du matériel génétique exotique (c.-à-d. différentes espèces de *Brassica*) (Shengyi L *et al*, 2018).

III) Aspect génomique :

1. Séquençage et description du génome :

Depuis 1999, une trentaine de projets ont été soutenus par les différents programmes de génomique végétale pour produire des connaissances sur l'organisation du génome et la fonction de gènes impliqués dans le contrôle de caractères agronomiques majeurs.

Ces données ont très largement contribué à l'obtention de la séquence du génome du colza (Tardif *et al.*, 2018). En 2014 Un consortium international d'une trentaine d'instituts de recherche, piloté par l'INRA et le CEA(Genoscope) et associant le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) et l'université d'Evry, vient de rendre public le séquençage du génome du colza (Ouvrard, 2014).

Le colza (*Brassica napus L.*) a été formé il y a environ 7500 ans par hybridation entre *B. rapa* et *B. oleracea*, suivie d'un doublement chromosomique (allopolyploïdie). Le colza aurait accumulé au cours de son évolution 72 génomes ancestraux, résultat de nombreux cycles de polyploïdisation, faisant de son génome un des plus hautement dupliqués chez les angiospermes. Ce phénomène, suivi par des restructurations du génome, a conduit à l'accumulation des gènes, (~ 1,1 Gb, soit quatre fois plus important que les gènes de l'Homme (Chalhoub *et al.*, 2014) et 10 fois la taille du génome d'*A. thaliana* (Tardif *et al.*, 2018)).

Cette richesse génétique confère au colza une haute faculté d'évolution, d'adaptation à l'environnement, d'amélioration agronomique et offre une opportunité de comprendre l'origine et l'évolution des cultures polyploïdes (Latieule, 2014).

2. Analyse et Comparaison génomique :

a) *B. napus L.*, *B. rapa* et *B. oleracea* :

En (2019) Lu *et al* ont re-séquencés le génome entier de *Brassica napus* et aligné les données de *B. napus* sur un pseudogénome ancestral de *B. napus*. Ils ont révélé que le sous-génome A peut évoluer à partir de l'ancêtre du navet européen et que le sous-génome C peut évoluer à partir de l'ancêtre commun du chou-rave, du chou-fleur, du brocoli et du chou frisé chinois. De plus, les oléagineux d'hiver peuvent être la forme originale de *B. napus*.

b) *B. napus* L. et *A. thaliana* :

A.thaliana est une excellente plante modèle pour les Brassicacées, avec un génome petit et relativement simple, un système de transformation efficace, une gamme diversifiée de ressources génétiques et génomiques et une séquence génomique terminée (Arabidopsis Genome Initiative, 2000).

En (2005) Isobel A. *et al* ont générés une analyse comparative entre *A.thaliana* et *B. napus*. Plus de 1000 locus RFLP génétiquement liés dans *Brassica napus* ont été cartographiés à des positions homologues dans le génome d *A.thaliana* basé sur la similitude de séquence. Ils ont trouvés que les blocs de locus génétiquement liés dans *B. napus* correspondaient fréquemment aux marqueurs physiquement liés dans *A.thaliana* et ils ont identifiés au moins 21 unités génomiques conservées dans le génome d'*A.thaliana* qui peuvent être reproduites et réarrangées pour produire le génome actuel de *B. napus*.

3. Méthodes de Génie génétique et colza GM/ VRTH :

Un « OGM » est un organisme génétiquement modifié. GM signifie « génétiquement modifié ». Un organisme est considéré comme génétiquement modifié si son matériel génétique a été modifié par n'importe quelle méthode.

GE signifie «genetically engineered ». Un organisme est considéré comme GE s'il a été modifié par des techniques qui permettent le transfert direct ou l'élimination de gènes (techniques de l'ADN recombinant) (Canada.ca, 2014).

En 2018, la superficie mondiale de canola génétiquement modifié (GM) était d'environ 10,1 millions d'hectares soit la quatrième culture GM par son importance et représentant ainsi 5,3% des superficies mondiales d'OGM.

La majorité du canola génétiquement modifié a été mis au point pour tolérer un herbicide (James, 2018) par exemple l'herbicide Roundup Ready de Monsanto à base de glyphosate (ISAAA, n.d.).

A l'échelle mondiale, les obtentions revendiquant le trait TH sont soit des variétés transgéniques, soit des variétés obtenues par mutations spontanées ou induites.

Bien que la mutagenèse soit considérée comme une méthode de modification génétique par la Directive européenne 2001/18/CE1, les variétés obtenues par cette technique sont exclues

de son champ d'application, et sont donc soumises aux mêmes procédures d'évaluation que les variétés issues de l'amélioration variétale conventionnelle (Beckert *et al.*, 2011)

Récemment en France le Conseil d'État juge que les organismes obtenus par certaines techniques de mutagenèse doivent être soumis à la réglementation relative aux OGM. Il enjoint au Gouvernement de modifier le code de l'environnement en ce sens, d'identifier au sein du catalogue des variétés de plantes agricoles celles qui ont été obtenues par mutagenèse et qui auraient dû être soumises aux évaluations applicables aux OGM (D'État, 2020).

Une liste de 96 variétés enregistrées au catalogue européen et « issues de mutagenèse aléatoire in vitro »

71 30 CL	DK Imagine CL	Himedia CL	Phoenix CL
7130 CL	DK Imagis CL	Himona CL	Plurax CL
Aquarel CL	DK Imaret CL	IMARET CL	PR45H73
Belize CL	DK Imax CL	INV100 CL	PR46H75
Caramino CL	DK Imido CL	INV110 CL	PT200CL
Carlton CL	DK Imigold CL	INV1166 CL	PT228CL
Cebra CL	DK Imir CL	INV1177 CL	PT229CL
Cello CL	DK Imiron CL	INV120 CL	PT240CL
Chart CL	DK Imistar CL	INV1266 CL	PT241CL
Chevy CL	DK Immersion CL	INV130 CL	PT278CL
Chip CL	DK Imminent CL	INV140 CL	PT279CL
Ciclus CL	DK Imperial CL	INV145 CL	PX 118 CL
Clavier CL	DK Imphele CL	INV150 CL	PX100CL
Click CL	DK Implement CL	KWS Calindo CL	PX111 CL
Conrad CL	DK Importer CL	KWS Caroll CL	PX125CL
Contra CL	DK Impressario CL	KWS Cyrill CL	SRR 36112 CL
Cubus CL	DK Impression CL	KWS Ingmar CL	Salsa CL
Cultus CL	Duplex CL	Memo CL	Saoker CL
Darja CL	Edimax CL	Mirco CL	Solar CL
Decibel CL	Elmer CL	Mobil CL	Syntax CL
DK 7150 CL	ES Angel	Nizza CL	Trust CL
DK 7160 CL	ES Curiel	NXH2020CL	Veritas CL
DK 7170 CL	Etendar CL	NXH213CLS	Vestal CL
DK 7175 CL	Himalaya CL	NXH215CLS	Whider CL

Figure 06 : liste des variétés dont la commercialisation sera interdite en France (Eric et Jacquinet, 2020).

Pour ces variétés, le gouvernement français indique qu'elles « seront interdites à la commercialisation et à la mise en culture en France, faute d'avoir été évaluées et autorisées au titre de la réglementation relative aux OGM » (Commission européenne, 2020).

Le gouvernement français précise bien qu'il s'agit de colza Clearfield (Éric et Jacquinet, 2020) rendue tolérante à l'imazamox (Cécile ACCARY, 2016) par des techniques de mutagénèse (Swanson, 1989).

La variété INV110 CL « enregistrées dans la liste des variétés dont la commercialisation sera interdite en France (figure)» a été cultivée lors la première saison de culture du colza en Algérie (Algérie Presse Service, 2020).

Cela pose plusieurs questions concernant la législation Algérienne sur les OGM qui interdisent l'importation, la production, la distribution, la commercialisation et l'utilisation du matériel végétal génétiquement modifié par l'arrête de 24 décembre 2000.

IV) Aspect biochimique :

Le canola, sous-espèce *Brassica napus* est une importante culture annuelle d'huile .C'est la même espèce et sous-espèce que le colza, avec une différence majeure dans leur profile chimique ou d'acide gras individuel.L'huile de colza contenait une forte concentration d'acide érucique pouvant avoir des impacts néfastes sur la santé (James C, 2018)

Le nom Canola (abrégé pour « Canadian oil, low acid ») a été enregistré en 1979 au Canada et fait référence à la culture d'huile comestible caractérisée par une saveur très douce à cause d'un faible taux d'acide érucique (moins de 2 %) et de faibles niveaux de glucosinolates (Ag Marketing Resource Center, 2018). L'objectif de sélection du Canola est d'obtenir un rendement élevé et une excellente qualité d'huile (Zou *et al.*, 2016).

1. Teneur en huile :

.La teneur en huile est un paramètre important pour évaluer la qualité du Colza/Canola. Elle peut être définie comme la quantité maximale de matière (lipides) retirée de la graine par extraction avec des solvants spécifiques (habituellement l'hexane ou l'éther de pétrole) (Véronique *et al.*, 2011).

En (2019) Cartea *et al* étudié la qualité de l'huile de graines de *Brassica napus* et de *Brassica rapa*. Ils ont constaté que les génotypes de *Brassica rapa* étaient plus riches en huile que ceux de *B. napus* et la teneur en huile des variétés locales de *B. napus* étaient nettement inférieures à celles des variétés commerciales.

Tableau 01: Moyenne, intervalle et écart-type de la teneur en huile des graines des variétés de *B. napus* et de *B. rapa* (Cartea E *et al.*, 2019)

Accessions	N°	Oil Content (%)		
		Mean	Range	Standard Deviation
<i>Brassica napus</i> collection	41	42.80		
Landraces	38	42.46	(29.06–50.11)	3.88
Commercial varieties	3	47.13	(46.35–48.50)	1.19
LSD (5%)		4.60		
<i>Brassica rapa</i> collection	169	47.27		
Landraces	162	47.22	(31.38–56.34)	4.31
Commercial varieties	7	48.59	(46.04–52.85)	2.09
LSD (5%)		3.24		
LSD (5%) between landraces ¹		1.50		

2. Composition lipidique :

Le profil lipidique de l'huile de Canola est extrêmement bien équilibré (faible en gras saturés, riche en gras monosaturés et en acides gras oméga-3) ce qui en fait une excellente source d'huile végétale comestible (Frederique *et al.*, 2009).

Une extraction complète des lipides des graines de canola à l'aide d'un mélange chloroforme:méthanol (2:1, vol/vol) a donné un extrait contenant 95,5 à 95,8 % de lipides neutres, 3,3 à 3,6 % de phospholipides et 0,9 % de glycolipides (Sosulski *et al.*, 1981).

3. Profile des acides gras :

L'huile de brassica est bénéfique pour la santé. Il contient de l'acide linoléique, qui est souhaitable à des fins nutritionnelles, et de l'acide oléique, dont la thermostabilité le rend souhaitable pour l'huile de cuisson. (Vles et Gottenbos, 1989)

Tableau 02: Composition en acides gras de l'huile de semence (valeurs moyenne, minimale et maximale) de *B. napus* et de *B. rapa* (Lühs et Friedt, 1994).

Accessions	No.	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1
<i>Brassica napus</i>	41							
Landraces	38	2.95 (2.30-3.50)	0.58 (0.40-0.77)	12.37 (7.85-18.73)	12.72 (7.94-15.74)	8.26 (6.51-10.87)	8.27 (6.23-10.58)	49.83 (42.35-54.09)
Commercial varieties	3	4.43 (4.25-4.79)	1.16 (1.09-1.26)	61.64 (59.91-63.74)	20.54 (20.21-20.71)	9.12 (6.86-10.72)	1.10 (0.90-1.24)	0.02 (0.004-0.05)
LSD (5%) ^b		0.172	0.054	1.265	0.610	0.510	0.646	1.463
<i>Brassica rapa</i>	169							
Landraces	162	1.75 (0.66-2.57)	0.72 (0.25-1.28)	11.86 (7.56-18.53)	13.33 (10.91-16.56)	8.65 (5.25-10.84)	8.73 (4.72-11.95)	50.56 (42.75-56.96)
Commercial varieties	7	1.95 (1.57-2.37)	0.79 (0.59-0.93)	14.36 (11.75-16.64)	13.02 (11.33-14.27)	7.63 (6.23-9.33)	9.48 (8.30-11.07)	48.60 (46.03-51.39)
LSD (5%) ^b		0.181	0.067	0.709	-	0.334	0.442	0.951
LSD (5%) between landraces ^c	0.159	0.070	-	0.355	0.325	0.419	-	

C16:0 = acide palmitique, C18:0 = acide stéarique, C18:1 = acide oléique, C18:2 = acide linoléique, C18:3 = acide linolénique, C20:1 = acide eicosénoïque, et C22:1 = acide érucique.

Le profil des acides gras de *B. napus* (12 % d'acide oléique, 13 % d'acide linoléique, 8 % d'acide linolénique, 8 % d'acide eicosénoïque et 50 % d'acide érucique) était très semblable à celui de *B. rapa* (acide oléique à 12 %, acide linoléique à 13 %, acide linolénique à 9 %, acide eicosénoïque à 9 % et acide érucique à 51 %).

Le profil d'acides gras observé entre les variétés locales et les variétés commerciales de *B. napus* était différent. La teneur moyenne en acide érucique était considérablement plus élevée dans les variétés locales de *B. napus* que dans les semences commerciales. Les variétés commerciales ne contenaient aucun acide érucique et suivaient le profil typique des variétés de canola. (Cartea et al., 2019) (Acide palmitique à 3,9 %, acide stéarique à 1,1 %, acide arachidique à 0,8 % et acide eicosénoïque à 0,2 %, (acides gras saturés), acide palmitoléique à 0,3 %, acide oléique à 59,7 %, acide linoléique à 23,3 %, acide linoléique à 8,6 %, acide béhénique à 1,8 % et 0,3 % d'acide érucique) (Peter, McVetty et Rachael, 2002)

4. Composition protéique :

Le canola et les autres oléagineux de brassica contiennent trois grandes catégories de protéines :

* Les albumines ou les protéines hydrosolubles comprennent des enzymes responsables aux activités métaboliques de la graine.

*Les globulines sont des protéines solubles dans le sel et constituent les principales protéines de stockage dans la graine, représentant jusqu'à 70 % de la protéine.

*Les oléosines sont des protéines structurales du corps de l'huile et peuvent représenter 20 % de la protéine de la graine.

Les protéines de Brassica sont riches en lysine, contiennent des quantités importantes d'acides aminés sulfureux, de méthionine et de cystine, ce qui fait de tourteau de canola une excellente co-addition à d'autres sources de protéines (Véronique *et al.*, 2011).

V) Aspect industrielle et économique :

1. Importance économique et industrielle :

Les plantes oléagineuses comme le Colza/ Canola, sont principalement cultivées pour la production d'huiles végétales. (Devillers *et al.*, 2010)

L'huile de Canola est principalement utilisée comme produit huileux comestible pour une gamme d'applications de cuisson, de margarine, de vinaigrettes ... etc. L'huile de Colza est utilisée à des fins industrielles (p. ex., lubrifiants de haute qualité, fluide hydraulique, agents

antidérapants, supprimeurs de mousse, agents tensioactifs, fluides de transmission, fluides de coupe, plastiques et polymères de haute qualité) (Jack Brown *et al.*, 2008).

Les graines de colza (Le tourteau) représentent aussi une source de protéines concentrées pour l'alimentation animale (Amrani M, 2013) (le bétail, la volaille et le poisson) (Canola Council of Canada, 2021).

Le colza est la première plante mellifère cultivée de grande importance. Ses fleurs produisent un abondant et odorant nectar très attractif pour les abeilles : environ 50 kg par hectare ; ce chiffre varie en fonction du type de sol et des variétés (Jacques P, 2018).

2. Production mondiale de colza :

En 2020/21, la production mondiale d'huile de colza était de 27,64 millions de tonnes, Cette statistique montre le volume de production d'huile de colza dans le monde de 2012/13 à 2020/21 (Statista, 2021)

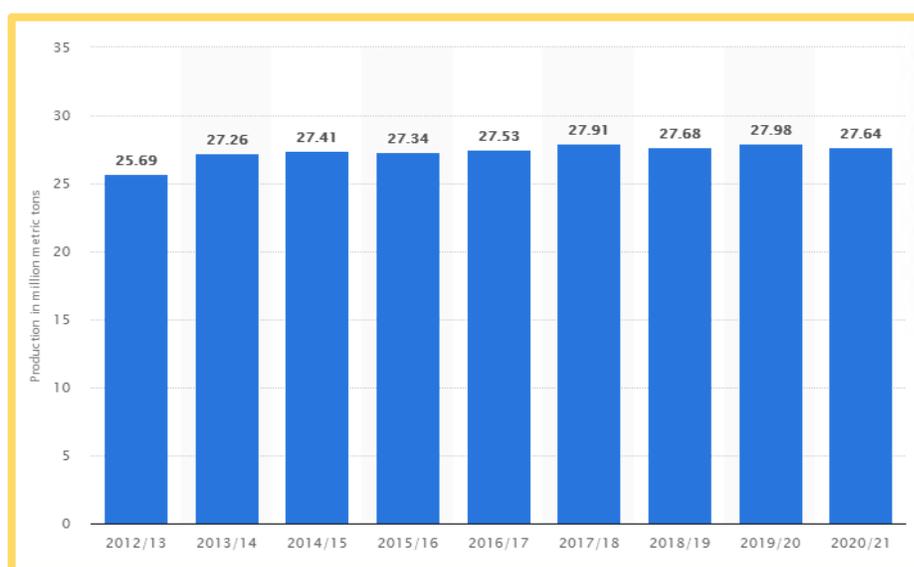


Figure 07: Huile de colza : volume de production mondiale 2012/13-2020/21 (Statista, 2021)

La production de colza dans différents pays en 2019-2020 est comparée dans la figure. Il est clair que le Canada était le premier producteur de colza dans le monde avec un volume de production de 19 millions de tonnes, suivi de l'Union européenne, de la Chine et de l'Inde. (Statista, 2021)

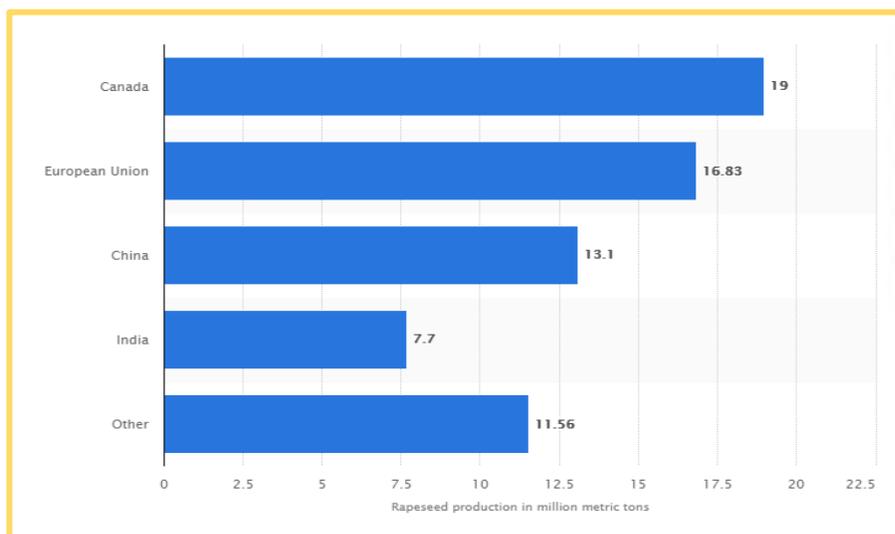


Figure 08: Volume de production de colza dans le monde par pays 2019/2020 (Statista, 2021)

3. Le colza en Algérie

L'Algérie importe plus de 1,3 milliard de dollars d'huiles par an. A ce titre Le ministre 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 (APS, 2020)

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. 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

La première campagne nationale moisson battage du Colza 2020/2021 a lancée lundi 17 mai 2021 dans la wilaya d'El Oued et dans plusieurs wilayas du pays (Madrp, 2021).

Les rendements de cette première expérience s'annoncent bons (27 q/ha dans la wilaya d'El-Oued (APS, 2021), 25 q/ha dans la wilaya d'Ouargla (Chahinez G, 2021) et 25 q/ha dans la wilaya de Guelma). Le directeur des Services agricoles (DSA), Guenoun Djoudi, avait déclaré que les quantités collectées jusqu'à présent sont un "indicateur positif" du succès de l'expérience (APS, 2021).

Chapitre II :

Matériel et méthodes

1. Matériel

1.1 Données culturales

1.1.1 Matériel végétal

L'étude a porté sur le colza oléagineux, la variété «INV110 CL » (*Brassica napus* L. var. INV110 CL), une lignée hybride de type d'hiver introduite en septembre 2020 de la France par l'ITGC en collaboration de BASF.

Les graines utilisées lors du semis sont prétraitées contre différentes maladies.

1.1.2 Terrain agricole

Le terrain agricole repose sur une superficie de 40 ha situé à El-Khroub, la ferme pilote d'El Baaraouia, wilaya de Constantine.

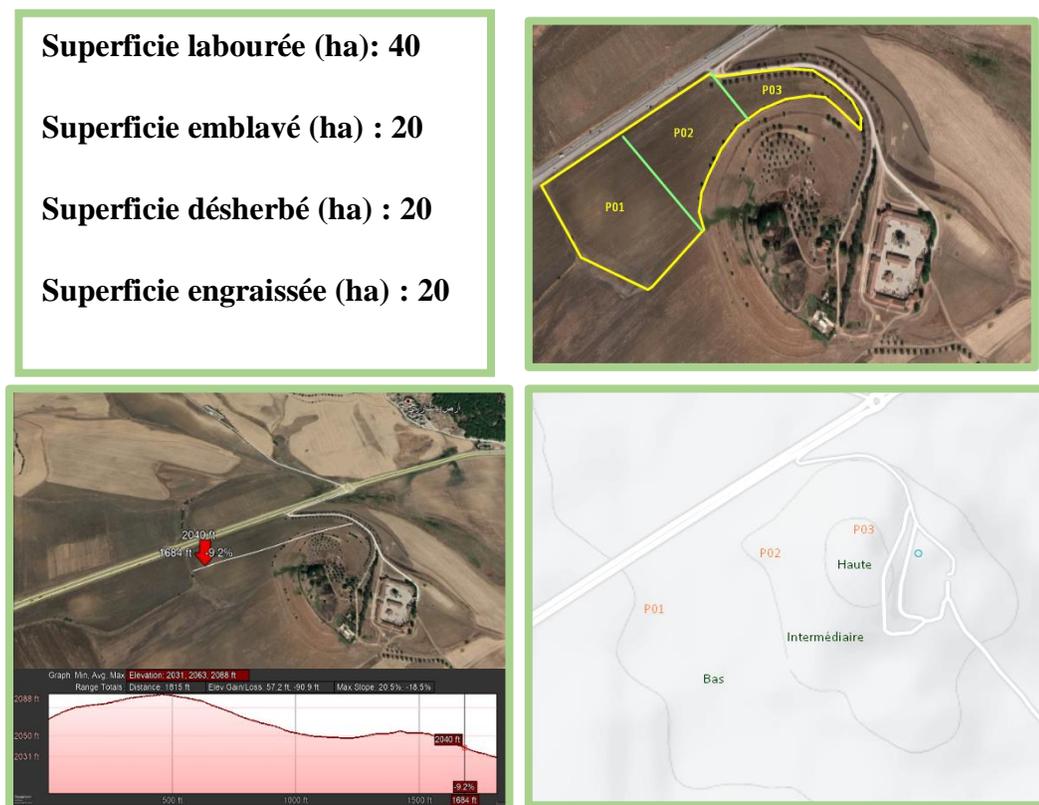


Figure 09 : Images satellites par Google earth présentent les reliefs (pente et altitude) du terrain agricole cultivé en colza.

1.1.3 Conditions de culture du colza

Les données culturales ont été fournies par la ferme pilote d'El Baaraouia El Khroub.

Date de semis : 15 /12/ 2020	Engrais de fond (q ^x) : 20
Date de récolte : 15 / 06/ 2021	Engrais de couverture (q ^x) : 40
Précédent cultural : jachère	Désherbants (litre) : 40
Rendement après récolte : 9.5 q ^x /ha	Semences (kg): 67
	Dose de semis :3.4 kg/ha

Type de l'herbicide : CLERANDA/DASCH
Concentration : 2L/1L
Quantités : 60L

1.1.4 Données climatiques de la région

Tableau 03 : Données climatiques des 03 mois (Mars, Avril et Mai) à Constantine. (Historique-Meteo.net)

	Mars	Avril	Mai
Température moyenne	11°	16°	22°
Température maximale	16°	21°	22°
Température minimale	7°	11°	17°
Précipitations moyennes par jour	2 mm	1 mm	4 mm
Record de précipitations sur une journée	28 mm	9 mm	66 mm
Précipitations totales sur le mois	62 mm	27 mm	121 mm

2. Méthodes :

L'hétérogénéité du relief du terrain agricole nous incite à le classer en 03 parcelles par rapport à l'altitude (la parcelle 01 (basse de 619 m d'altitude, en pente), la parcelle 02 (intermédiaire de 624.8 m d'altitude, plate) et la parcelle 03 (haute de 636.4 m d'altitude, en pente) pour comparer leurs effets sur les paramètres physiologiques et les paramètres morpho-agronomiques y compris le rendement estimé de chaque parcelle.

Pour cela, nous avons réalisé une étude statistique mettant en évidence l'effet l'hétérogénéité du relief de terrain agricole sur les paramètres physiologiques (TRE - RWC) et Teneur en chlorophylle) et les paramètres morpho-agronomiques (Nombre de siliques par plante, Nombre de grains par silique, Nombre de branches par plante, Poids de 1000 grains (PMG), Poids des grains par plante (g), Nombre de grains par plante, Nombre de plantes / m² et Le rendement théorique q/ha).

Puis nous avons étudié la corrélation entre ces paramètres.

2.1 Méthodes d'analyse des paramètres physiologiques :

2.1.1 Mesure de la teneur en Chlorophylle :

Les mesures de chlorophylle ont été prises au niveau des mêmes pieds et feuilles (5 pieds choisis au hasard dans chaque sous-parcelle, répétée 03 fois dans les parcelles : bas, intermédiaire et haute) (Tableau 04), à l'aide d'un appareil de mesure de chlorophylle SPAD. Trois prises de mesures sont effectuées au niveau de la feuille sur trois points différents (sommet, milieu, et base) la moyenne des trois valeurs s'affiche sur l'écran à la fin.

Tableau 04 : Répartition des parcelles est sous parcelles du terrain agricole étudié.

Parcelle 01 (Bas)			Parcelle 02 (intermédiaire)			Parcelle 03 (Haute)		
SP 01	SP 02	SP 03	SP 01	SP 02	SP 03	SP 01	SP 02	SP 03
05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds	05 pieds

SP : Sous-parcelle.

2.1.2 Mesure de la Teneur Relatif en Eau (TRE /RWC)

Le contenu relatif en eau a été effectué durant les deux stades finaux du cycle de développement du colza ; Floraison et fructification. Le protocole suivi était de choisir en permanence la quatrième feuille de 05 pieds prises au hasard de chaque sous-parcelle (avec 03 répétitions dans chaque parcelle). Les feuilles sont conservées au froid dans un papier aluminium (à l'obscurité) pour mesurer tout d'abord le poids frais (FW : Fresh Weight) après 24h de turgescence en eau distillée, le poids de turgescence (TW : Turgid Weight) et à la fin, les feuilles passent 48 h à l'étuve à 60°C pour apprécier la valeur du poids sec (DW : Dry Weight) afin de comptabiliser la valeur du RWC selon la formule suivante :

$$\text{RWC} = (\text{FW} - \text{DW}) / (\text{TW} - \text{DW}) \text{ (Slatyer, 1967)}$$

2.2 Récolte des parties aériennes :

Afin d'éviter l'éclatement des siliques et la perte des graines, nous avons récolté à la main chaque matière durant la période de maturité où 80 % des siliques apparaissant jaunâtre.

2.3 Paramètres morpho-agronomiques

2.3.1 Nombre de branches/plant (NB/P) :

C'est le nombre de branches primaires provenant de la tige principale. Le dénombrement des ramifications a été effectué à partir de (Cinq pieds sont choisis au hasard de chaque sous-parcelle) avec 03 répétition dans chaque parcelle.

2.3.2 Nombre de silique/plante (NS/P) :

Le dénombrement des siliques a été effectué à partir de (Cinq pieds sont choisis au hasard de chaque sous-parcelle) avec 03 répétition dans chaque parcelle : basse et intermédiaire.

2.3.3 Nombre de grains/silique (NG/S) :

C'est le moyen du nombre de graines dans 05 siliques bien développés choisies de cinq pieds du milieu de chaque parcelle.

2.3.4 Poids de 1000 grains (PMG)

Mesuré par le dénombrement de 1000 grains suivie par leurs pesés à l'aide d'une balance à précision (03 répétitions dans chaque parcelle)

2.3.5 Poids des grains par plante (PG/P)

Cinq pieds choisis au hasard au milieu de chaque sous-parcelle. Les siliques de chaque pied sont séchées dans une étuve pendant 3h à 65 C° puis elles sont décortiquées en utilisant un tamis. Les graines sont ensuite pesées, la moyenne de ces valeurs (pesées) est le rendement de grains/plante.

2.3.6 Nombre de grains par plante (NG/P) :

C'est la moyenne du Nombre de grains par plante = moyenne du Nombre de grains par silique X moyenne Nombre de siliques par plante.

2.3.7 Nombre de plante / m² (NP/m²) :

C'est au stade final (récolte) que le paramètre nombre de plants/m² fût apprécié par un simple comptage du nombre de pieds au sein d'une parcelle élémentaire (1m x 1m) choisie au milieu de chaque grande parcelle.

2.3.8 Estimation du rendement théorique (Rt/m²) :

$Rdt/m^2 = \text{Nbr des grains par plante} \times \text{poids (PMG)} \times \text{Nbr de plantes par m}^2$

= poids des grains par plante X Nbr de plantes par m²

Unité : (g/m²) convertie en (q/ha).

3. Analyse statistique des données :

Les moyennes des données pour le rendement et les paramètres physiologiques et morpho-agronomiques liés au rendement de différentes parcelles ont été comparées à l'aide d'une analyse ANOVA à un facteur à des niveaux de probabilité de 0,05 et 0,01, suivie d'un test de Newman-Keuls et du test T, à l'aide de SPSS 26.0.

Les relations entre les paramètres ont été calculées à l'aide de l'analyse de corrélation de Pearson pour les moyennes d'accession.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

1. Résultats

Dans l'objectif de mettre en évidence la variabilité génétique que présente un cultivar de colza *Brassica napus* L. pour son adaptation en conditions locales, nous avons réalisé une étude sur des paramètres morpho-physiologiques de cette culture. Les paramètres physiologiques, morphologiques et agronomiques concernés par ce travail englobent ceux, de la partie aérienne, appliqués aux stades de la floraison et de la fructification.

Cette étude a été effectuée sur un matériel génétique hybride introduit par l'ITGC et cultivé au niveau d'El Baaraouia, El Khroub wilaya de Constantine par la ferme pilote sur un terrain accidenté caractérisé par une pente diverse qui peut influencer sur la répartition des eaux lors des précipitations.

Le tableau suivant regroupe les résultats de tous les paramètres étudiés et analysés dans ce travail sur trois parcelles différentes de la superficie cultivée.

Tableau 05 : Tableau récapitulatif des moyennes et écart-types de l'ensemble des paramètres étudiés sur les 03 parcelles.

Paramètres physiologiques et morpho-agronomiques		Parcelle 01 (Basse)	Parcelle 02 (Intermédiaire)	Parcelle 03 (Haute)
TRE (RWC) (%) NS		76.23 ± 10.52	74.69 ± 11.26	79.29 ± 9.76
Teneur en Chlorophylle (Unité SPAD)	Floraison NS	61.88 ± 10.70	56.35 ± 12.61	60.26 ± 6.29
	Fructification NS	62.05 ± 8.11	61.03 ± 13.03	
Nombre de plantes / m ² (NP/m ²) S		43 ± 5 B	28 ± 9 a	30 ± 4 a
Nombre de branches par plante (NB/P) NS		4.5 ± 1.2	5.5 ± 1.4	

Nombre de silique par plante (NP/S) S	195 ± 96 A	328 ± 111 b	290 ± 128 b
Nombre de grains par silique (NG/S) S	18 ± 2 A	25 ± 2 b	22 ± 3 b
Nombre de grains par plante (NG/P) S	3577 A	8198 b	6384 b
Poids des grains par plante (PG/P) (g) S	12.085 ± 6.759 A	19.904 ± 6.527 b	14.364 ± 6.926 a
Poids de 1000 grains (PMG) (g) NS	2.727 ± 0.012	2.665 ± 0.110	2.596 ± 0.114
Le rendement théorique (Rt) (q/ha) NS	52.36 ± 31.58	57.97 ± 33.10	43.20 ± 22.41

NS : Non Significatif, **S** : Significatif, **a** et **b** : Groupes Homogènes.

La parcelle 1, Basse de 619 m d'altitude, en pente, la parcelle 2, intermédiaire de 624.8 m d'altitude, plate et la parcelle 03, haute du sommet avec 636.4 m d'altitude, en pente.

1.1. Paramètres physiologiques

1.1.1. TRE (RWC)

Les résultats obtenus (Tableau 05 et Figure 10) montrent que la teneur relative en eau expose une divergence à travers les différentes feuilles prélevées des trois parcelles. Ainsi, la parcelle médiane se distingue des deux autres parcelles en inscrivant les plus faibles teneuses. Les RWC s'échelonnent selon les valeurs moyennes de 74.69 ± 11.26 % (parcelle 2 médiane) et 79.29 ± 9.76 % (parcelle 3 haute) avec des fluctuations des écart-types plus ou moins importantes varient entre 9.76 % et 11.26 % pour les parcelles médiane et haute respectivement. La parcelle basse n°1 enregistre une moyenne intermédiaire de 76.23 ± 10.52 % avec 10,52 % de variation de l'écart-type.

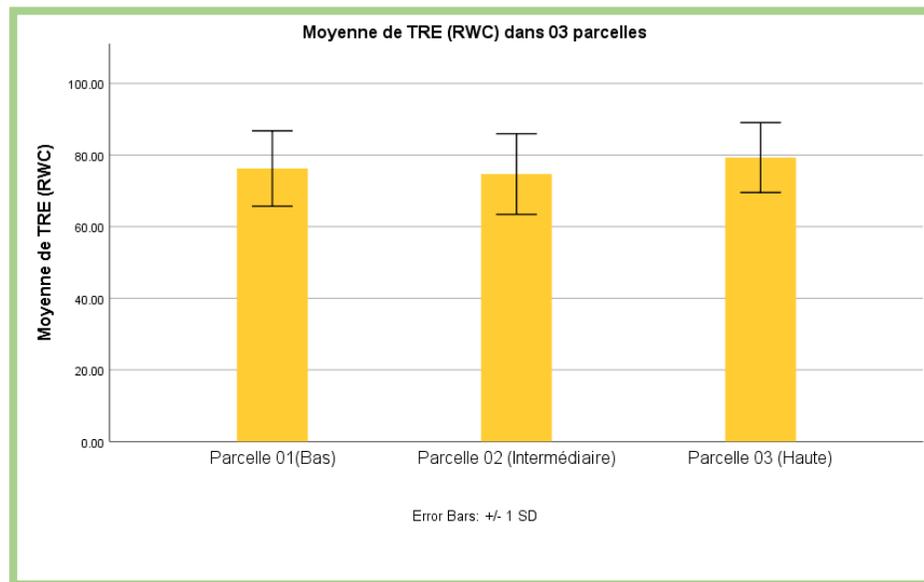


Figure 10 : Effet du relief du terrain cultivé sur la TRE (RWC) de la culture du colza dans les 03 parcelles d'étude.

L'analyse des résultats obtenus (Tableau 05 et Figure 10) par l'évaluation de ce paramètre physiologique révèle que son élaboration est grandement conditionnée par la nature du génotype du colza étudié. A l'opposé, le relief du terrain accidenté ne semble provoquer que de faibles variations dans l'expression de ce paramètre. Aucune distinction entre les RWC des trois parcelles n'est apparue pour l'extériorisation de ce caractère. Ceci se justifie par l'absence de toute relation significative quant l'interaction des deux facteurs (génotype et relief) pour l'expression du caractère en question ($p > 0,05$).

1.1.2. Teneur en chlorophylle

La teneur en chlorophylle mesurée par le SPAD au stade floraison varie entre 56.35 ± 12.61 unité SPAD pour la parcelle 2 intermédiaire et 61.88 ± 10.70 unité SPAD enregistré dans la parcelle 1 basse. Les valeurs enregistrées dans les mêmes parcelles sont 61.03 ± 13.03 unité SPAD et 62.05 ± 8.11 unité SPAD respectivement pour la parcelle 2 médiane et la parcelle 1 basse. Ainsi, pour la parcelle haute, aucune mesure de chlorophylle n'a été prise à cause de l'indisponibilité de l'appareil SPAD en stade de fructification (Tableau 05, Figures 11 et 12).

- Au stade floraison :

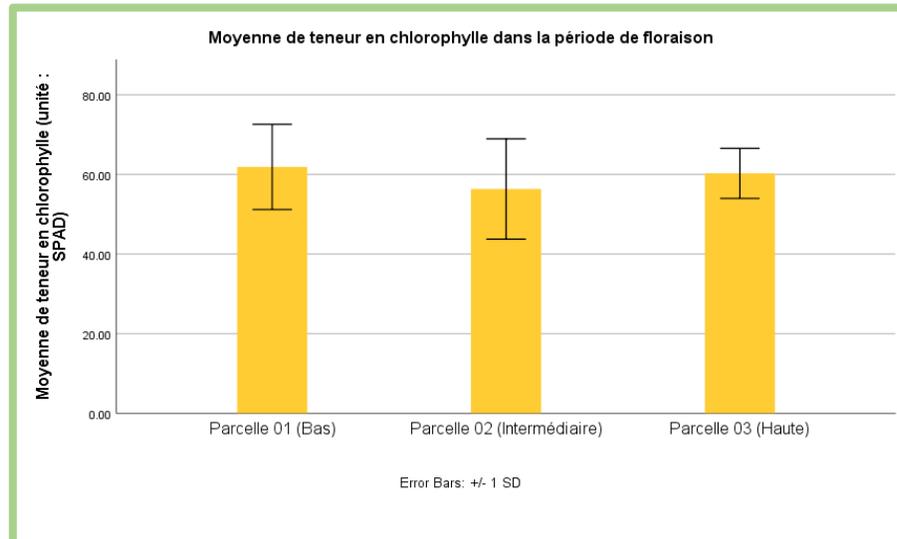


Figure 11 : Effet du relief du terrain cultivé sur la teneur en chlorophylle de la culture du colza dans les 03 parcelles d'étude en période de floraison.

L'analyse de la variance du taux de la chlorophylle a montré un effet non significatif du site de culture sur le génotype du colza, et ceci pour les deux stades phénologiques.

Les valeurs de la teneur en chlorophylle des feuilles du colza enregistrées pour cet essai sont plus ou moins élevées dans les deux stades phénologiques (floraison et fructification). Cette élévation pourrait être attribuée à la localisation de la majorité de l'azote dans les molécules de chlorophylle, ce qui exprime la bonne corrélation entre la teneur de la feuille en chlorophylle et sa teneur en azote.

- Au stade fructification :

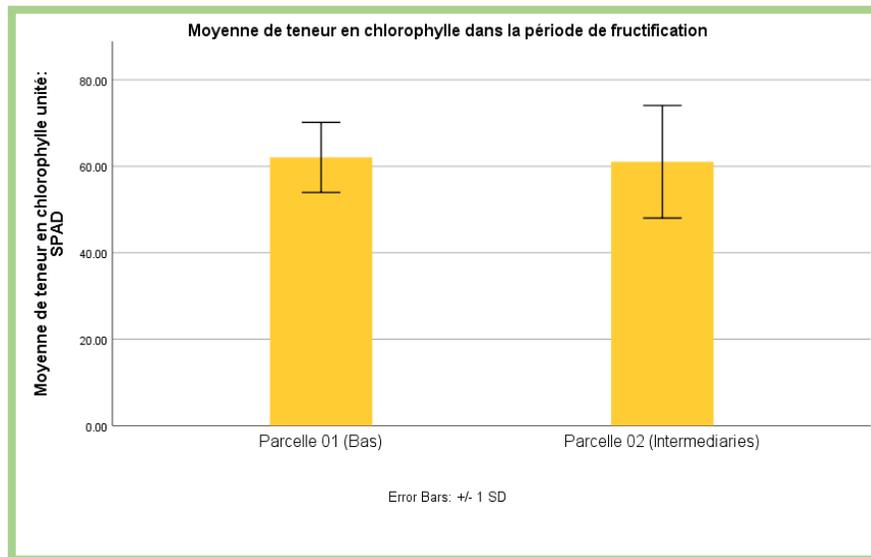


Figure 12 : Effet du relief du terrain cultivé sur la teneur en chlorophylle de la culture du colza dans les 02 parcelles d'étude en période de fructification.

L'effet génétique a sa part de responsabilité, pour la teneur en chlorophylle à savoir, la chlorophylle a et b, en particulier. Selon Ernezt et Lannoye (1991), l'altération de l'état physiologique des plantes, causée par des conditions défavorables de l'environnement, se reflète rapidement au niveau des signaux lumineux et thermiques émis par les feuilles. Shen et *al.* (1997) ont montré que la fertilisation azotée stimule la synthèse de la chlorophylle mais non la photosynthèse.

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.

En effet, les deux caractéristiques physiologiques étudiées (TRE et teneur en chlorophylle) s'avèrent d'une faible héritabilité, où la nature du colza semble provoquer des variations d'expression de ces paramètres, mais d'une intensité faible. Ils sont fortement influençables par les conditions du milieu. L'interaction entre les facteurs génotype et parcelles s'est soldée

par l'absence de toute influence significative sur les variations des valeurs de la RWC et la teneur en chlorophylle.

1.2. Paramètres morpho-agronomiques

1.2.1. Nombre de plantes/ m²

L'analyse des résultats obtenus (Tableau 5 et Figure 13) par l'évaluation de ce paramètre agronomique révèle que son réalisation est grandement conditionnée par la pente du terrain cultivé ce qui peut être influencé par la nature et le travail du sol et/ou la dose de semis. En effet, l'accroissement de la pente est en générale à l'origine d'une régression du nombre de plantes/m² chez la culture du colza. L'interaction entre ces deux facteurs a une influence sur la conception de ce paramètre, ce qui indique que le comportement de la culture du colza dans les trois parcelles testées est différent suite à sa position dans l'aire cultivée. Ainsi, la parcelle 1 s'est dégagée seule des deux autres parcelles 2 et 3.

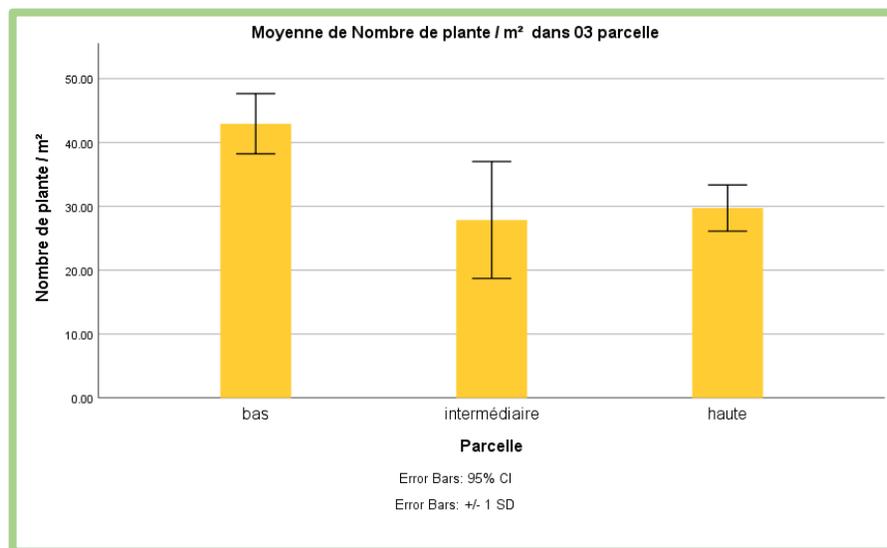


Figure 13 : Effet du relief du terrain cultivé par le colza sur le nombre de plantes/ m² dans les 03 parcelles d'étude.

Les résultats moyens obtenus montre que le nombre de plantes/ m² de la culture du colza se trouve généralement réduit par l'accentuation de la pente de la superficie emblavée. Les valeurs moyennes enregistrées pour ce caractère oscillent entre 28 ± 9 et 43 ± 5 plantes/ m² chez le cultivar du colza dans la parcelle 2 et 1 respectivement. Enfin dans la parcelle 3, la variété du colza a manifesté un nombre intermédiaire de plantes/ m² de 30 ± 4 .

1.2.2. Nombre de branches par plante

Les résultats moyens obtenus et consignés dans le tableau 05, montre que le nombre de branches par plante du colza cultivé est indépendant du relief de la superficie cultivée ($p>0,05$). Il faut noter également qu'aucune distinction parcellaire n'est relevée pour la ramification des branches de chaque plante du colza. Ceci est peut être dû au manque d'information sur le nombre de branches par plante pour la parcelle haute (3), où aucun comptage du nombre de branches par plant n'a été fait (Tableau 05, Figures 14).

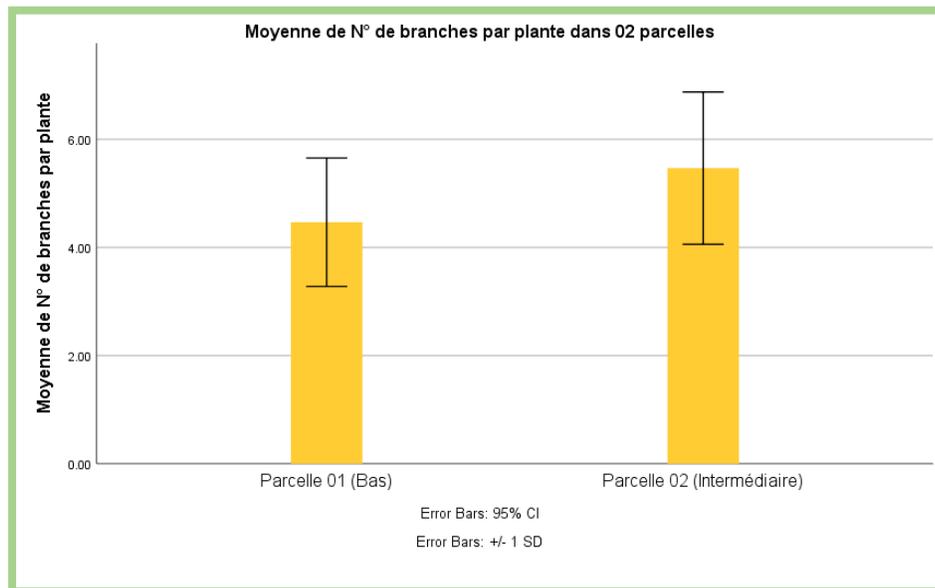


Figure 14 : Effet du relief du terrain cultivé sur le nombre de branches par plante du colza dans les 02 parcelles d'étude.

Suivant l'analyse des résultats obtenus, il apparaît que les valeurs du nombre de branches par plante varient entre 4.5 ± 1.2 et 5.5 ± 1.4 branches par plante pour la parcelle 1 et 2 respectivement. Le nombre de branches par plante du colza se trouve généralement réduit entre les deux parcelles.

1.2.3. Nombre de siliques par plante

Selon les résultats (Tableau 05 et Figure 15), il se démontre que l'élaboration du nombre de siliques par plante dépend grandement du relief de la superficie emblavée ($p<0,05$). En effet, la régression de l'altitude est en générale à l'origine d'un accroissement du nombre de siliques par plante du colza. Quoi que l'influence de la nature du matériel végétal sur la formation de cette caractéristique n'est pas testée.

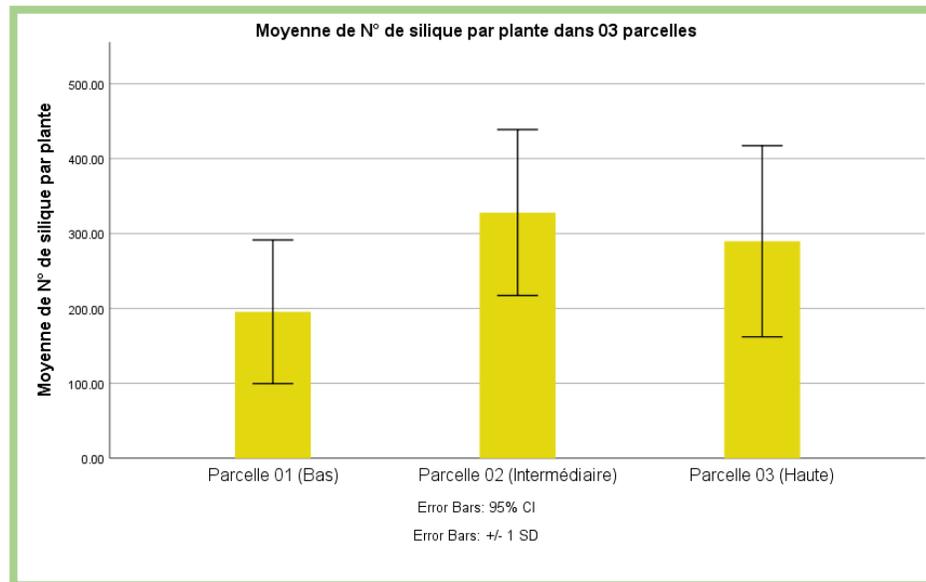


Figure 15: Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de siliques par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.

On note qu'au centre de la superficie cultivée, la plus grande valeur du nombre de siliques est inscrite avec 328 ± 111 siliques/plante, par contre le plus faible nombre est affiché dans la parcelle 1 basse avec une donnée de 195 ± 96 siliques/plante. Au sommet de l'aire emblavée la culture du colza affiche un nombre de silique moins important avec une valeur de l'ordre de 290 ± 128 .

Le test de Student, Newman-keuls ($p < 0,05$), a révélé une différence significative entre le NS/P (nombre de siliques par plante) des 03 parcelles. On distingue deux groupes de NS/P relatifs à cette variable : le premier groupe a un NS/P moyen égal à 195 siliques par plante pour la parcelle 1, Basse (619 m d'altitude, en pente) ; le NS/P moyen du deuxième groupe égal à 289 et 327 respectivement pour la parcelle 2, intermédiaire (624.8 m d'altitude, plate) et la parcelle 03, haute du sommet (636.4 m d'altitude, en pente).

1.2.4. Nombre de grains par silique

L'analyse des résultats obtenus (Tableau 05 et Figure 16) par l'évaluation de ce paramètre morphologique révèle que son élaboration est grandement conditionnée par l'effet de la pente. A l'opposé, l'effet du génotype n'est pas bien clair dans l'expression de ce paramètre.

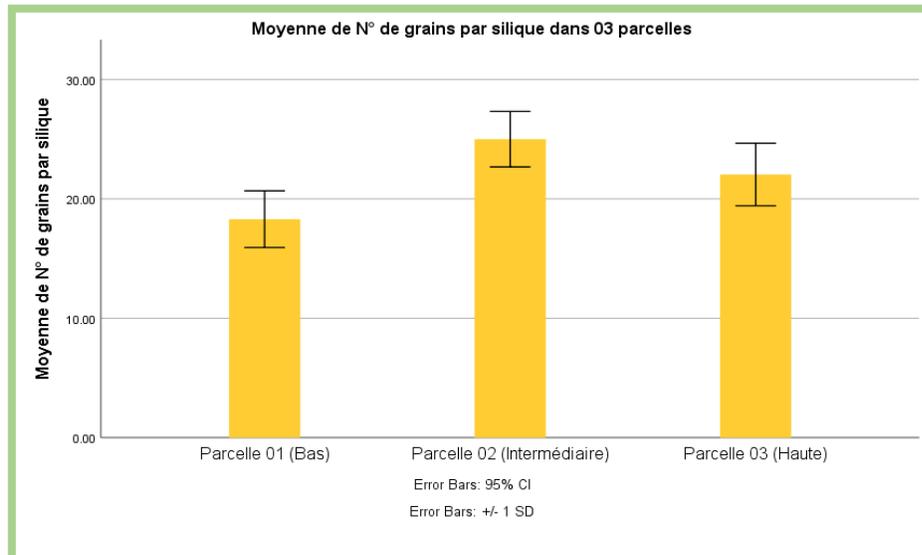


Figure 16 : Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de grains par silique du colza dans les 03 parcelles d'étude.

Le nombre de grains par silique s'échelonne selon les valeurs de 18 ± 2 (parcelle 1), 25 ± 2 (parcelle 2) et 22 ± 3 (parcelle 3).

D'après les résultats obtenus, il se démontre que l'interaction des deux facteurs d'étude (génotype du colza et le relief) exerce un effet significatif sur la formation des grains dans les siliques ($p > 0,05$), démontrant ainsi des comportements similaires du colza dans les deux parcelles 3 et 2, appartiennent au même groupe homogène, par rapport à la culture du colza dans la parcelle une, constitue le second groupe.

1.2.5. Nombre de grains par plante

Les résultats obtenus (Tableau 05 et Figure 17) indiquent que le changement dans le relief du terrain cultivé est à l'origine d'une variation accentuée du nombre de grains par plante. On note une divergence d'attitude de ce paramètre pour les trois parcelles expérimentées. En effet, la plus grande valeur du nombre de grains par plante est inscrite à la parcelle 2 avec 8198 grains/ plante, par contre le plus faible nombre est affiché à la parcelle 1 avec une donnée de 3577 grains/ plante. Au sommet de l'aire cultivée, les plantes du colza échantillonnées affichent un nombre de grains par plante important, pratiquement le double du nombre obtenu à la parcelle 1, avec une valeur de l'ordre de 6384 grains/ plante.

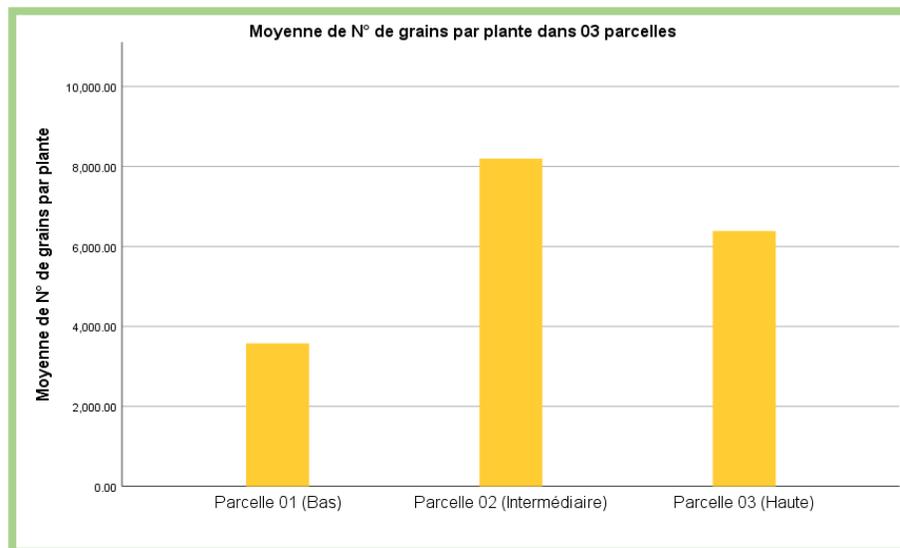


Figure 17 : Effet de la pente du terrain cultivé sur le nombre de grains par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.

Selon les résultats obtenus, il se démontre que l'élaboration du nombre de grains par plante dépend du changement dans le relief du terrain de culture du colza. En effet, l'augmentation en altitude est en générale à l'origine d'un accroissement du nombre de grains par plante. Les réponses extériorisées par la culture du colza dans les trois parcelles d'étude, se convergent fortement ($p > 0,05$). Le nombre moyen de grains/ plante obtenu à la parcelle 1 (basse) constitue le premier groupe homogène. Quoi que une distinction comportementale des plantes du colza soit réduite au sommet du terrain par rapport à la parcelle médiane et ils dépendent du même groupe homogène.

1.2.6. Poids des grains par plante

Les résultats moyens obtenus (Tableau 05 et Figure 18), montrent que le poids des grains portés par plante vari entre 12.085 ± 6.759 g enregistré par le colza cultivé en bas de la parcelle et 19.904 ± 6.527 g marqué par la culture de la parcelle médiane. Les plantes du colza échantillonnées au sommet de la superficie cultivée ont affichées une moyenne de 14.364 ± 6.926 g.

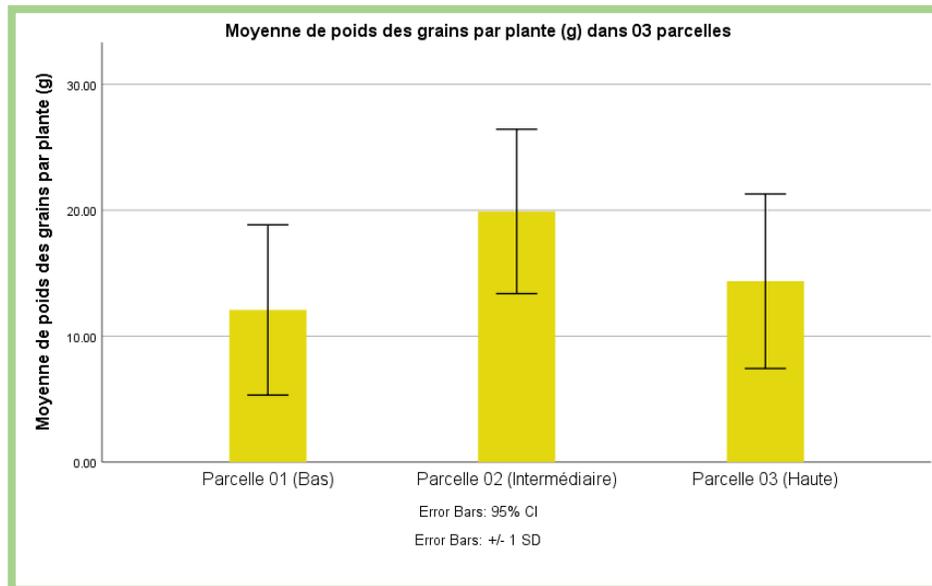


Figure 18 : Effet de la pente du terrain cultivé sur le poids des grains par plante du colza dans les 03 parcelles d'étude.

D'après les résultats obtenus, il se démontre que le poids des grains produits par plante du colza est nettement influencé par le relief du terrain emblavé. L'interaction des deux facteurs d'étude exerce un effet significatif sur la formation des grains par plante et aussi leur poids ($p < 0,05$), démontrant ainsi des comportements similaires du génotype du colza cultivé dans les deux parcelles 1 et 3 (basse et haute) appartenant au même groupe homogène. Le poids des grains/ plante de la culture du colza dans la parcelle médiane (n° 2) s'est dégagé seul en un groupe homogène.

1.2.7. Poids de 1000 grains (PMG)

Suivant l'analyse des résultats obtenus (Tableau 5 et Figure 19), il apparaît que l'élaboration du poids de mille grains des plantes du colza n'est plus dépendante du relief de l'aire emblavée ni au génotype cultivé ($p > 0,05$). Il faut noter également qu'aucune interaction entre le colza et le relief de la superficie cultivée n'est relevée pour l'accomplissement du poids de mille grains (PMG).

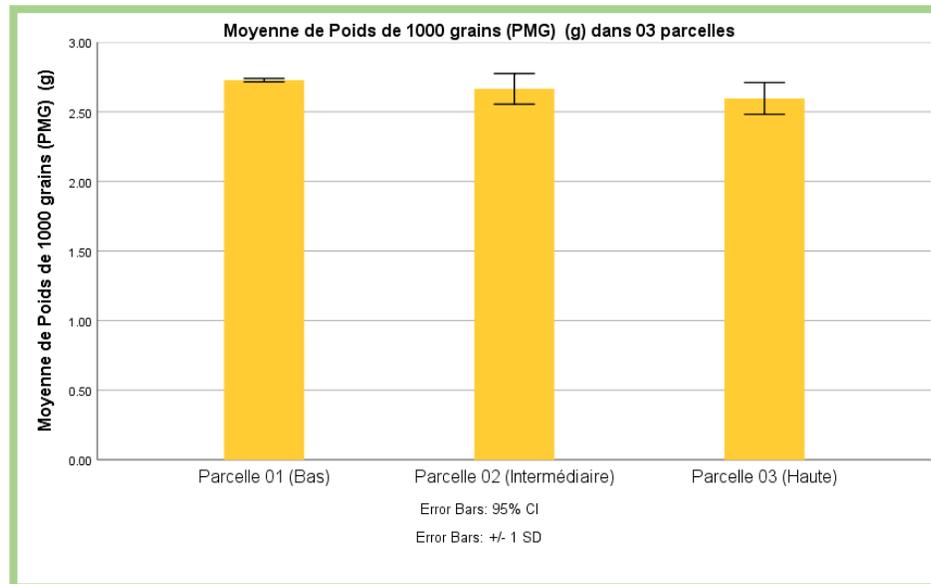


Figure 19 : Effet du relief du terrain cultivé sur le poids de 1000 grains (PMG) des plantes du colza dans les 03 parcelles d'étude.

Les réductions du poids de 1000 grains enregistrées en montant la pente, de la parcelle 1 (basse) vers la parcelle 3 (haute), sont de l'ordre de 2,5 % entre les trois parcelles. Le plus petit poids inscrit pour ces parcelles, est celui extériorisé par les plantes du colza cultivées au sommet (parcelle 3) avec 2.596 ± 0.114 g.

La valeur du poids de mille grains la plus élevée est relevée chez les plantes du colza cultivées en bas (parcelle 1) en enregistrant 2.727 ± 0.012 g, ainsi le poids moyen obtenu à la parcelle 2 est de 2.665 ± 0.110 g.

1.2.8. Rendement théorique (q/ha)

L'étude des résultats obtenus (Tableau 5 et Figure 20) démontre que l'estimation du rendement théorique est indépendante de l'altitude du terrain cultivé. Aucune distinction parcellaire n'est constatée pour l'emplacement de la culture du colza. Les rendements estimés s'échelonnent selon les valeurs moyennes de 43.20 ± 22.41 q/ha (parcelle 3 haute) et 57.97 ± 33.10 q/ha (parcelle 2 médiane) avec des fluctuations des écart-types plus ou moins importantes variant entre 22.41 q/ha et 33.10 q/ha pour les parcelles haute et médiane respectivement. La parcelle basse n°1 enregistre une moyenne intermédiaire de 52.36 ± 31.58 q/ha avec 31.58 q/ha de variation de l'écart-type.

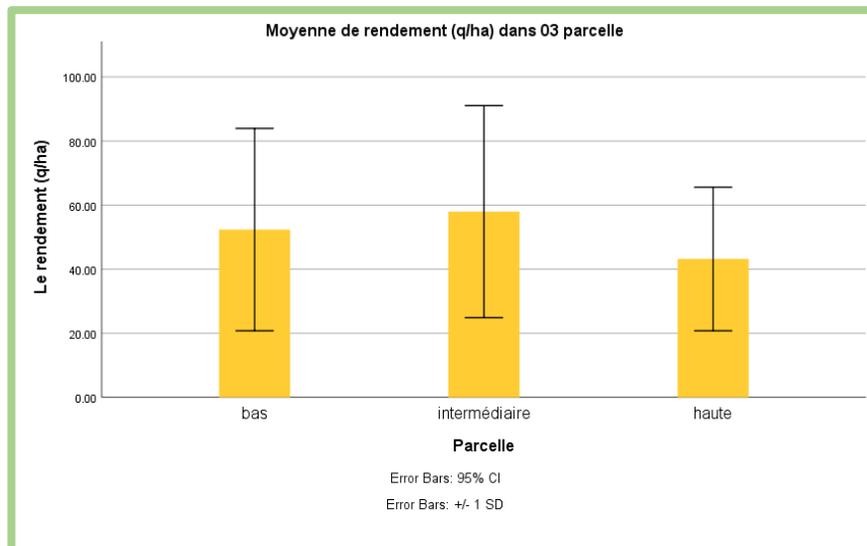


Figure 20 : Effet du relief du terrain cultivé sur le rendement théorique (q/ha) des plantes du colza dans les 03 parcelles d'étude.

D'après les résultats obtenus, cette caractéristique agronomique s'avère d'une faible héritabilité, fortement influençable par les conditions du milieu. Ainsi, dans nos conditions de culture l'élaboration du rendement n'est que faiblement dépendant des facteurs de variation retenus. L'interaction entre ces deux facteurs s'est soldée par l'absence de toute influence significative sur les variations des valeurs de ce paramètre. Ceci indique que les plantes expérimentées ont manifesté des comportements similaires en réponse à leur position sur le champ cultivé.

1.3 Analyse de corrélation entre les paramètres physiologique et morpho-agronomique

La matrix des coefficients de corrélation des paramètres physiologique et morpho-agronomique est présentée au tableau 06. L'objectif était d'explorer les caractères qui sont bien associés et significatifs pour la sélection

Conformément à ces résultats, les paramètres physiologiques n'enregistre aucune corrélation avec les paramètres morpho-agronomique, sauf une seule corrélation négative significative entre le TRE (RWC) et NB/P ($r = -0.496^{**}$)

Le rendement théorique (R_t) avait des coefficients de corrélation élevés avec NS/P ($r = 0.731^{**}$), NG/P ($r = 0.654^{**}$), PG/P ($r = 0.855^{**}$) et NP/m² ($r = 0.396^{**}$). Le PG/P et NS/P ont le plus grand effet sur le rendement, suivi par NG/P et NP/m², à l'opposé de PMG qui

n'enregistre aucune corrélation. Ces résultats coïncident avec les résultats de Fattahi F. et al qui démontrent que le NS/P et NG/P ont une forte contribution par rapport au PMG dans le rendement.

Le nombre de silique par plante (NS/P) avait des coefficients de corrélation élevés avec NG/S ($r= 0.450^{**}$), PG/P ($r= 0.894^{**}$) et NG/P ($r= 0.975^{**}$), et une corrélation négative avec le PMG ($r= 0.307^*$), ceux-ci indiquent que plus le NS/P est élevé plus le NG/S est élevé, moins le PMG. Fattahi F. et al trouvent que le NS/P a une négative corrélation avec le NG/S et le PMG. Le nombre de grains par silique (NG/S) est corrélé positivement avec NB/P ($r= 0.369^*$), PG/P ($r= 0.430^{**}$) et NG/P ($r= 0.6199^{**}$), le PMG ($r= -0.534^{**}$) et le NP/m² ($r= -0.698^{**}$) sont négativement corrélés. Le PMG est négativement corrélé avec NS/P ($r= -0.307^{**}$), NG/S ($r= -0.534^{**}$), NB/P ($r= -0.369^{**}$) et NG/P ($r= -0.360^{**}$) et positivement avec le NP/m² ($r= -0.583^{**}$).

Tableau 06 : Coefficients de corrélation entre les 10 paramètres morpho-physiologiques et agronomiques étudiés sur la culture du colza.

	TRE	TnC	NS/P	NG/S	NB/P	PMG	PG/P	NG/P	NP/m ²
TRE	1								
TnC	0.008	1							
NS/P	0.049	-0.066	1						
NG/S	-0.049	-0.219	0.450 ^{**}	1					
NB/P	-0.496 ^{**}	.004	0.225	0.369 [*]	1				
PMG	-0.125	.059	-0.307 [*]	-0.534 ^{**}	-0.369 [*]	1			
PG/P	-0.022	-.122	0.894 ^{**}	0.430 ^{**}	0.158	-0.116	1		
NG/P	0.047	-.086	0.975 ^{**}	0.619 ^{**}	0.267	-0.360 [*]	0.879 ^{**}	1	
NP/m ²	0.003	.127	-0.148	-0.698 ^{**}	-0.159	0.583 ^{**}	-0.091	-0.270	1
Rt	-0.030	-0.083	0.731 ^{**}	0.066	0.059	0.133	0.855 ^{**}	0.654 ^{**}	0.396 ^{**}

TRE (RWC), Teneur en chlorophylle(TnC), Nombre de silique par plante (NS/P), Nombre de grains par silique (NG/S), Nombre de branches par plante (NB/P), Poids de 1000 grains (PMG), Poids des grains par plante (PG/P), Nombre de grains par plante (NG/P), Nombre de plante / m² (NP/m²), Le rendement théorique (Rt) q/ha. * significative ; ** hautement significative

Les résultats dégagés de cette étude (Tableau 05 et 06) démontrent que l'effet de l'altitude du champ cultivé en colza sur les paramètres morpho-physiologiques et agronomiques de la plante du colza dépend de la nature de l'organe concerné. Ainsi, les variations du relief du terrain cultivé s'avèrent sans incidence marquante sur la RWC, la teneur en chlorophylle, le poids de 1000 grains et le rendement théorique. Ceci indique que l'altitude du terrain accidenté n'a pas d'influence sur les paramètres physiologiques étudiés et n'influe que faiblement sur le rendement et sa composante poids de mille grains. Ainsi, la variation du caractère morphologique nombre de branches par plante n'a pas été efficacement analysée à cause du manque des résultats de la parcelle haute (n° 3).

L'accroissement de l'altitude du terrain cultivé agit de manière significative sur le nombre de plantes/ m², le nombre de siliques/ plante, le nombre de grains par silique, le nombre de grains/ plante et le poids des grains/ plante. En effet, l'élévation du niveau de la pente du terrain accidenté aboutit à une réduction conséquente du nombre de plantes/ m². A l'opposé, on note que l'effet diminuant de l'altitude de l'aire cultivée sur l'élaboration des autres paramètres est plus conséquente.

Les effets de l'altitude s'avèrent d'un impact plus important sur les paramètres qui dépendent des fruits et la ramification car le nombre de plantes par m² et l'espace entre les plantes influent sur ces paramètres liés à la fructification et au rendement en grains. L'élaboration du nombre de plantes/ m² s'effectue indifféremment du relief du terrain agricole. Ainsi, l'estimation du rendement théorique à travers ses composantes dépasse largement d'environ 4 à 5 fois le rendement obtenu réellement après la récolte du 15 juin et qui est de l'ordre de 9,5 q/ha.

Conclusion

Conclusion :

L'étude a porté sur le colza oléagineux, la variété «INV110 CL » (Brassica napus L. var. INV110 CL), une lignée hybride de type d'hiver introduite en septembre 2020 de la France par l'ITGC en collaboration de BASF.

L'hétérogénéité du relief du terrain agricole nous incite à le classer en 03 parcelles par rapport à l'altitude (la parcelle 01 (basse de 619 m d'altitude, en pente), la parcelle 02 (intermédiaire de 624.8 m d'altitude, plate) et la parcelle 03 (haute de 636.4 m d'altitude, en pente) pour comparer leurs effets sur les paramètres physiologiques et les paramètres morpho-agronomiques y compris le rendement estimé de chaque parcelle.

Les moyennes des données pour le rendement et les paramètres physiologiques et morpho-agronomiques liés au rendement de différentes parcelles ont été comparées à l'aide d'une analyse ANOVA.

L'analyse des résultats obtenus révèle :

- _ L'absence de toute influence significative sur les variations des valeurs de la RWC et la teneur en chlorophylle. Ils sont fortement influençables par les conditions du milieu.
- _ Le nombre de plantes/ m² est grandement conditionnée par la pente du terrain cultivé ce qui peut être influencé par la nature et le travail du sol et/ou la dose de semis. En effet, l'accroissement de la pente est en générale à l'origine d'une régression du nombre de plantes/m² chez la culture du colza.
- _ La régression de l'altitude est en générale à l'origine d'un accroissement du nombre de siliques par plante du colza.
- _ l'interaction des deux facteurs d'étude (génotype du colza et le relief) exerce un effet significatif sur la formation des grains dans les siliques ($p > 0,05$).
- _ le changement dans le relief du terrain cultivé est à l'origine d'une variation accentuée du nombre de grains par plante
- _ le poids des grains produits par plante du colza est nettement influencé par le relief du terrain emblavé. L'interaction des deux facteurs d'étude exerce un effet significatif sur la formation des grains par plante et aussi leur poids ($p < 0,05$)
- _ Aucune interaction entre le colza et le relief de la superficie cultivée n'est relevée pour l'accomplissement du poids de mille grains (PMG).

_ l'estimation du rendement théorique est indépendante de l'altitude du terrain cultivé.
L'accroissement de l'altitude du terrain cultivée agit de manière significative sur le nombre de plantes/ m², le nombre de siliques/ plante, le nombre de grains par silique, le nombre de grains/ plante et le poids des grains/ plante. Les effets de l'altitude s'avèrent d'un impact plus important sur les paramètres qui dépendent des fruits et la ramification.

Références bibliographiques

- Abdelghani Nabloussi, (2015), Amélioration génétique du colza, ENJEUX ET RÉALISATIONS POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA FILIÈRE,
- Ag Marketing Resource Center. (2018). *Canola Profile | Agricultural Marketing Resource Center*. Agricultural Marketing Resource Center. Consulté le (17/06/2021) sur <https://www.agmrc.org/commodities-products/grains-oilseeds/canola-profile>
- Alexandre de Spotifarm, (16 octobre 2020), Le guide des ravageurs d'automne du colza, consulté le 20 juin 2021 sur <https://blog.spotifarm.fr/tour-de-plaine-spotifarm/le-guide-des-ravageurs-dautomne-du-colza>
- ALGÉRIE PRESSE SERVICE. (2020, November 17). Constantine : lancement de la première saison de culture du colza en Algérie. APS. <https://www.aps.dz/regions/112981-constantine-lancement-de-la-premiere-saison-de-culture-du-colza-en-algerie>
- Amrani M.(2013). La culture de cloza (*Brassic napus*). model de vulgarisation tiré en 3000 exemplaires .ITGC.
- Arrêté du 28 Ramadhan 1421 correspondant au 24 décembre 2000 interdisant l'importation, la production, la distribution, la commercialisation et l'utilisation du matériel végétal génétiquement modifié (J.O. 24 décembre 2000).
- Aurore Baillet, (03 mai 2019), Colza de printemps, consulte le 28mai 2021 sur <https://www.terresinovia.fr/-/colza-de-printemps>
- Ayala, F. Jose (2020, November 20). Evolution. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/evolution-scientific-theory>
- Bennett, r .A ., g . séguin-swartz, h . rahman, 2012 . broadening genetic Diversity in canola using the c-genome species *Brassica oleracea*. *crop sci* . 52: 2030-2039
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (1998, July 20). Heterosis. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/heterosis>
- Canada.ca. (2014). Modern Biotechnology: A Brief Overview - Canadian Food Inspection Agency. <http://www.inspection.gc.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/general-public/overview/eng/1337827503752/1337827590597>
- Canada.ca. (2017). Origin and history of introduction. Canadian Food Inspection Agency, Plant Health and Biosecurity Directorate . The Biology of *Brassica napus* L. (Canola/Rapeseed). Consulté le 5/19/2021 sur <https://inspection.canada.ca/>

- Cartea, E., De Haro-Bailón, A., Padilla, G., Obregón-Cano, S., del Rio-Celestino, M., & Ordás, A. (2019). Seed Oil Quality of Brassica napus and Brassica rapa Germplasm from Northwestern Spain. *Foods*, 8(8), 292. doi:10.3390/foods8080292
- CETIOM (2002). Colza d'hiver : les techniques culturales, le contexte économique. Grignon, CETIOM.
- Cetiom / Guide de l'expérimentateur Colza - Stades repères du colza Cetiom – Inra – Protection des Végétaux
- Chalhoub et al. Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic Brassica napus oilseed genome. *Science*, 22 août 2014. DOI: 10.1126/science.1253435
- Chalhoub et al.(2014). Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic Brassica napus oilseed genome. *Science*. DOI: 10.1126/science.1253435
- Commission européenne. (2020). Recherche la base de données - European Commission.
<https://ec.europa.eu/growth/toolsdatabases/tris/fr/search/?trisaction=search.detail&year=2020&num=281>
- Consulte le 14 mai 2021 sur <https://www.journaldesfemmes.fr/jardin/encyclopedie-plantes/2404672-colza/>
- D'État, L. C. (2020). Certains organismes obtenus par mutagenèse doivent respecter la réglementation OGM. Conseil d'État. Consulté le (16/06/2021) sur <https://www.conseil-etat.fr/actualites/actualites/certains-organismes-obtenus-par-mutagenese-doivent-respecter-la-reglementation-ogm>
- Emilie godinneale , (02 juil 2020), Zoom sur l'huile de colza - Top Santé. consulté le 7 juin 2021 sur <https://www.topsante.com/nutrition-et-recettes/les-bons-aliments/matieres-grasses/ce-qu-il-faut-savoir-sur-l-huile-de-colza-250421> - :~:text=%22Elle%20est%20aussi%20riche
- Engelke, T., Hirsche, J. & Roitsch, T. (07 September 2010). Metabolically engineered male sterility in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Theor Appl Genet* 122, 163–174 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1432-4>
- Eric MEUNIER, & Jacquinet, Z. (2020). France - Des OGM autorisés. . . bientôt interdits. Inf°OGM. <https://www.infogm.org/7002-france-ogm-autorises-bientot-interdits?lang=fr>

- Ernez M, Lannoye R. 1991. Quantification of physiological disorders in stressed plants. In: Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments. Montpellier, France, 3-6 July 1989 (E Acevedo, AP Conesa, P Monneveux, J Srivastava, eds) Colloques INRA n° 55, 414-433.
- Essahat, A., M. Alghoum et M. Meziati Driouch.(1997). Désherbage du colza. In : Intensification du programme de recherche sur les cultures oléagineuses. pp. 73- 95. Convention de recherche entre INRA et DPV (Ministère de l'Agriculture) n° 2/93. Document de synthèse, novembre 1997.
- Fattahi, F., Fakheri, B. A., Solouki, M., Möllers, C., & Rezaizad, A. (2018). Mapping QTL controlling agronomic traits in a doubled haploid population of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Genetics*. doi:10.1007/s12041-018-1044-3
- Frederique E. et al.(2009) Extraction du génome A du colza (*Brassica napus* AACC, 2N=38) et production de lignées d'addition monosomique. 3. Symposium Cytogénomique structurale et évolutive. Le Rheu. France. 15 p. (hal-01203851)
- Garcia, L.; Edera, A.; Marfil, C.; Sanchez-Puerta, M. (29 July 2019). Male sterility and somatic hybridization in plant breeding. Preprints. 2019070330. doi: 10.20944/preprints201907.0330.v1
- Gulden, R. H., Warwick, S. I. and Thomas, A. G.(2008). The biology of Canadian weeds. 137. *Brassica napus* L. and *B. rapa* L. *Can J Plant Sci* 88:951-996.
- Havlíčková L., Jozová E., Rychlá A., Klíma M., Kučera V., Čurn V. (2014): Genetic diversity assessment in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) collection using AFLP, ISSR and SSR markers. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 50: 216–225
- Historique Météo. (2021). Constantine : Météo en mars 2021 Quel temps faisait-il ?. Historique-Meteo.net. consulté le 30/06/2021 sur <https://www.historique-meteo.net/afrique/algerie/constantine/2021/03/>
- ISAAA. (n.d.). *bar: Genes List/ GM Approval Database - ISAAA.org*. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). Consulté le Juni 16, 2021, sur <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/gene/default.asp?GeneID=1>
- Jack Brown, Jim B. Davis, Mary Lauver and Don Wysocki, (july 2008), USCA Canola Growers' Manual, U.S. Canola Association Canola Growers' Manual,p71

- James, C. (2018). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2018. ISAAA brief No. 54. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): Ithaca, NY.
- Jean-Louis LUCAS , (17 juin 2020), S'assurer de la maturité du colza avant de récolter, consulte le 28 mai 2021 sur <https://www.terresinovia.fr/-/maturite-du-colza-avant-recolte>
- Kaneko, Y., & Bang, S. W. (2014). Interspecific and intergeneric hybridization and chromosomal engineering of Brassicaceae crops. *Breeding science*, 64(1), 14–22. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.64.14>
- Kang, L., Li, P., Wang, A., Ge, X., & Li, Z. (2017). A Novel Cytoplasmic Male Sterility in Brassica napus (inap CMS) with Carpelloid Stamens via Protoplast Fusion with Chinese Woad. *Frontiers in Plant Science*, 8, 529. doi:10.3389/fpls.2017.00529
- Kichey T, Hirel B, Heumez E, Dubois F, Le Gouis J. 2007. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilisation to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers. *Field Crops Research*, 102, 22 –32.
- Latieule, S. (2014). *Le génome du colza enfin déchiffré*. Formule Verte. <https://www.formule-verte.com/le-genome-du-colza-enfin-dechiffre/>
- Leïla Reniaume. (18/06/19). Colza : planter, cultiver et récolter - Le Journal des Femmes.
- Lu, K., Wei, L., Li, X. et al. (2019). Whole-genome resequencing reveals Brassica napus origin and genetic loci involved in its improvement. *Nat Commun* 10, 1154. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09134-9>
- Lu, K., Wei, L., Li, X. et al. (2019). Whole-genome resequencing reveals Brassica napus origin and genetic loci involved in its improvement. *Nat Commun* 10, 1154 <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09134-9>
- Luc CHAMPOLIVIER, (27 févr. 2019), colza : des besoins en azotes élevés, consulte le 7 juin 2021 sur <https://www.terresinovia.fr/-/colza-des-besoins-en-azote-eleves>
- M. Beckert, Y. Dessaux, C. Charlier, H. Darmency, C. Richard, I. Savini, A. Tibi (éditeurs), 2011. Les variétés végétales tolérantes aux herbicides. Effets

agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, CNRS-INRA (France), 84 p.

- Merriam-Webster. (n.d.). Disomic. In Merriam-Webster.com dictionary. Consulté le Mai 21, 2021, sur <https://www.merriam-webster.com/dictionary/disomic>
- OECD. (2012). Organisation for Economic Co-operation and Development. Consensus document on the biology of the brassica crops (*Brassica* spp.). Series on Harmonisation of Regulatory oversight of Biotechnology, No 54, OECD, Paris, pp 142.
- Parkin, I. A., Gulden, S. M., Sharpe, A. G., Lukens, L., Trick, M., Osborn, T. C., & Lydiate, D. J. (2005). Segmental structure of the *Brassica napus* genome based on comparative analysis with *Arabidopsis thaliana*. *Genetics*, 171(2), 765–781. <https://doi.org/10.1534/genetics.105.042093>
- Peter B. E. McVetty & Rachael Scarth (2002): Breeding for Improved Oil Quality in Brassica Oilseed Species, *Journal of Crop Production*, 5:1-2, 345-369.
- Raman, H., Raman, R., Kilian, A., Detering, F., Long, Y., Edwards, D., Parkin, I. A., Sharpe, A. G., Nelson, M. N., Larkan, N., Zou, J., Meng, J., Aslam, M. N., Batley, J., Cowling, W. A., & Lydiate, D. (2013). A consensus map of rapeseed (*Brassica napus* L.) based on diversity array technology markers: applications in genetic dissection of qualitative and quantitative traits. *BMC genomics*, 14, 277. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-277>
- Sattell, R., R. Dick, R. Ingham, R. Rakow, D. Kaufman et D. McGrath.(1998). Rapeseed (*Brassica campestris/Brassica napus*). Oregon Cover Crops, Oregon State University.p: 1.
- Ségolène Plessix et Michel Falchier, (30 juillet 2020), Désherbage du colza, consulté le 17 juin 2021 sur <https://www.terra.bzh/desherbage-du-colza>
- Shen A L, Liu C Z, Zhang F S, Huangpu X R, Kun Z L. 1997. Effects of different application rate of NPK on the growth of rice and N fertilizer utilization ratio underwater leakage and non-leakage conditions. *Chin J Rice Sci*, 11(4): 231_237. (in Chinese with English abstract).
- Sheng Chen, Matthew N. Nelson et al. (2011). Trigenomic Bridges for Brassica Improvement, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30:6, 524-547

- (PDF) Trigenomic Bridges for Brassica Improvement. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/215662120> Trigenomic Bridges for Brassica Improvement consulté le 05/06/ 2021
- Shengyi, L; Rod, S; Boulos, C. (2018). Academic and Economic Importance of Brassica napus Rapeseed. The Brassica napus Genome. 283. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43694-4>
 - Slatyer, R.O., 1967. Plant--Water Relationships. Academic Press, London, 366 pp.
 - SOLTNER (1999) : Les bases de la production végétale Tome 1, le sol et son amélioration, 22ème Edition collection sciences et technique agricole Paris pp.
 - Tardif, M., Nesi, N., & Szambien, M. (2018). 15 années de partenariat public-privé pour la recherche en colza. Gisbiotechnologiesvertes. Consulté le May 29, 2021, from http://data.axmag.com/data/201802/20180222/U117435_F473159/HTML5/index.html
 - The Arabidopsis Genome Initiative. (2000). Analysis of the genome sequence of the flowering plant Arabidopsis thaliana. Nature 408, 796–815. <https://doi.org/10.1038/35048692>
 - USDA-NRCS. 2014. Brassica napus L. rape. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. [Online] Available: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=BRNA> [2014].
 - Véronique J. et al. (2011). Chapitre 05 Seed Morphology, Composition and Quality . dans Canola Chemistry, Production, Processing, and Utilization. www.knovel.com
 - Vles, R.O.; Gottenbos, J.J. (1989). Nutritional characteristics and food uses of vegetable oils. In Oil Crops of the World; Downey, R.K., Röbbelen, G., Ashri, A., Eds.; McGraw-Hill: New York, NY, USA; pp. 63–86.
 - Wolko, J., Dobrzycka, A., Bocianowski, J. et al. (10 September 2019). Estimation of heterosis for yield-related traits for single cross and three-way cross hybrids of oilseed rape (Brassica napus L.). Euphytica 215, 156 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2482-6>
 - Zerrari, N. et D. Moustaoi.(2001). La fertilisation des cultures oléagineuses au Maroc : caractérisation et perspectives. Revue H.T.E. 118 : 64.

- Zou J, Zhao Y, Liu P, Shi L, Wang X, Wang M, et al. (2016) Seed Quality Traits Can Be Predicted with High Accuracy in Brassica napus Using Genomic Data. PLoS ONE 11(11): e0166624. doi:10.1371/journal.pone.0166624

-

1. TRE (RWC)

Descriptives

TRE (RWC)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	76.23	10.522	2.717	70.40	82.06	49	89
intermédiaire	15	74.69	11.264	2.908	68.45	80.93	52	89
haute	15	79.29	9.763	2.521	73.89	84.70	56	92
Total	45	76.74	10.472	1.561	73.59	79.88	49	92

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
TRE (RWC)	Based on Mean	.283	2	42	.755
	Based on Median	.405	2	42	.669
	Based on Median and with adjusted df	.405	2	37.956	.670
	Based on trimmed mean	.326	2	42	.723

ANOVA

TRE (RWC)

	La somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	164.854	2	82.427	.743	.482
Intragroupes	4660.449	42	110.963		
Total	4825.303	44			

2. Teneur en chlorophylle :

Statistique Descriptives

Teneur en chlorophylle en Floraison

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	61.88	10.701	2.763	55.95	67.81	46	83
intermédiaire	15	56.35	12.606	3.255	49.37	63.33	48	99
haute	15	60.26	6.288	1.624	56.78	63.74	53	76
Total	45	59.50	10.251	1.528	56.42	62.58	46	99

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Teneur en chlorophylle en Floraison	Based on Mean	.897	2	42	.416
	Based on Median	.676	2	42	.514
	Based on Median and with adjusted df	.676	2	27.705	.517
	Based on trimmed mean	.797	2	42	.457

ANOVA

Teneur en chlorophylle en Floraison

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	242.782	2	121.391	1.164	.322
Within Groups	4381.217	42	104.315		
Total	4623.999	44			

Teneur en chlorophylle en Floraison

		Subset for alpha = 0.05	
		N	1
Student-Newman-Keuls ^a	intermédiaire	15	56.35
	haute	15	60.26
	bas	15	61.88
	Sig.		.309

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
teneur en chlorophylle fructification	Equal variances assumed	1.167	.289
	Equal variances not assumed		

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
.256	28	.800	1.01333	3.96193	-7.10232	9.12898
.256	23.437	.800	1.01333	3.96193	-7.17411	9.20077

3. Nombre de silique sur plante :

Descriptives

Nombre de silique par plante

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	195.47	95.838	24.745	142.39	248.54	85	480
intermédiaire	15	327.93	110.767	28.600	266.59	389.27	119	550
haute	15	289.67	127.587	32.943	219.01	360.32	129	584
Total	45	271.02	123.185	18.363	234.01	308.03	85	584

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			Sig.
		Statistic	df1	df2	
Nombre de silique par plante	Based on Mean	1.302	2	42	.283
	Based on Median	.887	2	42	.419
	Based on Median and with adjusted df	.887	2	40.285	.420
	Based on trimmed mean	1.220	2	42	.306

ANOVA

Nombre de silique par plante

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	139426.978	2	69713.489	5.543	.007
Within Groups	528258.000	42	12577.571		
Total	667684.978	44			

4. Nombre de grain par silique :

Descriptives

Nombre de grains par silique

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	5	18.30	2.372	1.061	15.35	21.25	15	21
intermediaire	5	25.00	2.324	1.039	22.11	27.89	23	28
haute	5	22.04	2.617	1.170	18.79	25.29	19	26
Total	15	21.78	3.628	.937	19.77	23.79	15	28

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nombre de grains par silique	Based on Mean	.140	2	12	.871
	Based on Median	.051	2	12	.951
	Based on Median and with adjusted df	.051	2	11.356	.951
	Based on trimmed mean	.144	2	12	.867

Nombre de grains par silique

		Subset for alpha = 0.05	
relief	N	1	2
Student-Newman-Keuls ^a	bas	5	18.30
	haute	5	22.04
	intermediaire	5	25.00
	Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

ANOVA**Nombre de grains par silique**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	112.732	2	56.366	9.460	.003
Within Groups	71.500	12	5.958		
Total	184.232	14			

5. Nombre de branche par plante

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
-2.103	28	.045	-1.00000	.47543	-1.97387	-.02613
-2.103	27.227	.045	-1.00000	.47543	-1.97512	-.02488

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Nombre de branches par plante	Equal variances assumed	.774	.386
	Equal variances not assumed		

Poids des grains par plante (g)

Descriptives

Poids des grains par plante (g)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	12.08	6.759	1.745	8.34	15.83	5	33
intermédiaire	15	19.90	6.527	1.685	16.29	23.52	6	36
haute	15	14.36	6.926	1.788	10.53	18.20	6	34
Total	45	15.45	7.374	1.099	13.24	17.67	5	36

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Poids des grains par plante (g)	Based on Mean	.049	2	42	.953
	Based on Median	.036	2	42	.964
	Based on Median and with adjusted df	.036	2	41.713	.964
	Based on trimmed mean	.049	2	42	.952

ANOVA

Poids des grains par plante (g)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	485.145	2	242.572	5.341	.009
Within Groups	1907.536	42	45.418		
Total	2392.681	44			

Nombre de grains par plante

Descriptives

Nombre de grains par plante :

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum
					Lower Bound	Upper Bound	
bas	15	3577.04	1753.827	452.836	2605.80	4548.28	1556
intermédiaire	15	8198.33	2769.178	714.999	6664.81	9731.85	2975
haute	15	6384.25	2812.024	726.062	4827.01	7941.50	2843
Total	45	6053.21	3103.381	462.625	5120.85	6985.57	1556

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nombre de grains par plante :	Based on Mean	1.991	2	42	.149
	Based on Median	1.456	2	42	.245
	Based on Median and with adjusted df	1.456	2	37.521	.246
	Based on trimmed mean	1.892	2	42	.163

ANOVA

Nombre de grains par plante :

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	162638425.090	2	81319212.545	13.080	.000
Within Groups	261124324.148	42	6217245.813		
Total	423762749.238	44			

Poids de 1000 grain

Descriptives

Poids de 1000 grains (PMG)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	3	2.7272	.01221	.00705	2.6969	2.7576	2.72	2.74
intermédiaire	3	2.6645	.11024	.06365	2.3906	2.9383	2.56	2.78
haute	3	2.5956	.11393	.06578	2.3126	2.8787	2.51	2.73
Total	9	2.6624	.09783	.03261	2.5872	2.7376	2.51	2.78

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Poids de 1000 grains (PMG)	Based on Mean	2.779	2	6	.140
	Based on Median	.999	2	6	.422
	Based on Median and with adjusted df	.999	2	3.618	.451
	Based on trimmed mean	2.630	2	6	.151

Poids de 1000 grains (PMG)

		Parcelle	N	Subset for alpha = 0.05
Student-Newman-Keuls ^a	haute		3	2.5956
	intermédiaire		3	2.6645
	bas		3	2.7272
	Sig.			.262

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

ANOVA

Poids de 1000 grains (PMG)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.026	2	.013	1.542	.288
Within Groups	.051	6	.008		
Total	.077	8			

Nombre de plante /m²:

Descriptives

Nombre de plante / m²

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimu m	Maximu m
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	42.9333	4.71270	1.21681	40.3235	45.5431	36.00	52.00
intermédiaire	15	27.8667	9.14851	2.36214	22.8004	32.9329	18.00	50.00
haute	15	29.7333	3.61478	.93333	27.7315	31.7351	24.00	36.00
Total	45	33.5111	9.15677	1.36501	30.7601	36.2621	18.00	52.00

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nombre de plante / m ²	Based on Mean	6.587	2	42	.003
	Based on Median	2.664	2	42	.081
	Based on Median and with adjusted df	2.664	2	21.845	.092
	Based on trimmed mean	5.356	2	42	.008

Nombre de plante / m²

		Subset for alpha = 0.05			
		altitude	N	1	2
Student-Newman-Keuls ^a	intermédiaire		15	27.8667	
	haute		15	29.7333	
	bas		15		42.9333
	Sig.			.421	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

ANOVA

Nombre de plante / m²

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2023.644	2	1011.822	25.514	.000
Within Groups	1665.600	42	39.657		
Total	3689.244	44			

Le rendement théorique :

Descriptives

Le rendement (q/ha)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bas	15	52.3620	31.57604	8.15290	34.8758	69.8482	21.71	149.91
intermédiaire	15	57.9681	33.09656	8.54549	39.6399	76.2964	14.12	130.46
haute	15	43.1985	22.40701	5.78546	30.7899	55.6071	17.47	101.49
Total	45	51.1762	29.38410	4.38032	42.3483	60.0042	14.12	149.91

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Le rendement (q/ha)	Based on Mean	.700	2	42	.502
	Based on Median	.304	2	42	.740
	Based on Median and with adjusted df	.304	2	36.359	.740
	Based on trimmed mean	.575	2	42	.567

ANOVA

Le rendement (q/ha)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1667.695	2	833.847	.964	.390
Within Groups	36323.030	42	864.834		
Total	37990.725	44			

Le rendement (q/ha)

		Subset for alpha = 0.05	
		N	
Student-Newman-Keuls ^a	haute	15	43.1985
	bas	15	52.3620
	intermédiaire	15	57.9681
	Sig.		.363

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

Année universitaire : 2020/2021

Présenté par :

-TELAIDJIA Basma
-BOUMEZAAR Maroua

Etude de l'effet des reliefs sur des paramètres physiologiques et morpho-agronomiques de *Brassica napus* L.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie et Génomique Végétale

Résumé :

Dans l'objectif de mettre en évidence la variabilité génétique que présente un cultivar de colza pour son adaptation en conditions locales, nous avons étudiées l'effet des reliefs (pente et altitude) sur des paramètres morpho-physiologiques d'un matériel génétique hybride (*Brassica napus* L. var. INV110 CL) cultivé au niveau de la wilaya de Constantine sur un terrain accidenté caractérisé par une pente diverse qui peut influencer sur la répartition des eaux lors des précipitations. Les résultats démontrent que les variations du relief du terrain cultivé s'avère sans incidence marquante sur les paramètres physiologique étudié, le poids de 1000 grains et le rendement théorique. A l'opposé, Les effets de l'altitude s'avèrent d'un impact plus important sur les paramètres qui dépendent des fruits et la ramification (plantes/ m², le nombre de siliques/ plante, le nombre de grains par silique, le nombre de grains/ plante et le poids des grains/ plante).

Mots clés : *Brassica napus*, Colza, Reliefs, Variabilité, Morpho-agronomique, Corrélation

Laboratoire de recherche : Laboratoire génétique, biochimique et biotechnologie végétale

Jury d'évaluation :

Président: Pr. BENBELKACEM A (Professeur - UFM Constantine),
Encadrant : M. KELLOU K. (MAA - UFM Constantine),
Examinatrice: Mme. KHENNAOUI Amina (MCB - UFM Constantine).

Date de soutenance : 07 /07/2021