

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

PRESENTE EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE

MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES

GESTION ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

Etude comparative des variétés de colza marocaines sur le plan morpho-physiologique et agronomique

Présenté par: Kaouthar EDDARAZ

Encadré par : Pr. Majid ATMANI (FST-FES)

Dr. Abdelghani NABLOUSSI (INRA Meknès)

Soutenu le: 13/07/2021

Devant le jury composé de:

-Pr. Majid ATMANI (Encadrant)

-Dr. Abdelghani NABLOUSSI (Encadrant)

-Pr. Khalid DERRAZ (Examinateur)

-Pr. Abderrahim LAZRAQ (Examinateur)

Année Universitaire: 2020/2021

Dédicace

Je dédie le présent travail:

En premier lieu à mes parents Eddaraz

Mohammed et Kheribch Latifa, vous êtes
symboles de bonté, de courage et de
responsabilité.

Vos prières, votre bénédiction, votre patience et vos sacrifices étaient pour moi le principal support pour que je puisse arriver à mon but, que dieu vous garde, vous comble de santé et vous donne longue vie.

A mes deux frères Houssame et Kamal, qui ont été tout au long de mon parcours un modèle de persévérance, de patience et d'excellence.

A toute la famille DERRAZ

A tous mes amies et amis qui ont été toujours présents pour moi:

Islam, Oualid, Ilham, Issam, Souhail, Hamza.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer par ces quelques lignes de remerciements ma gratitude envers tous ceux qui grâce à leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, j'ai eu le courage d'accomplir ce travail.

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné la foi et le courage qui m'ont permis d'accomplir cette étude.

Je tiens à présenter mes sincères reconnaissances au Professeur ATMANI Majid enseignant à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a encadré ce projet de fin d'étude, pour le temps qu'il m'a consacré, ses instructions, ses conseils et son aide. Je le remercie pour son orientation et sa confiance, ses qualités professionnelles et humaines m'ont bien aidé dans la réalisation et la réussite de ce travail.

Également, je tiens à remercier vivement Dr. NABLOUSSI Abdelghani, Coordinateur de l'Unité de Recherche d'Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques (URAPCRPG) au Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès et responsable du programme d'amélioration des oléagineux annuels, qui m'a consacré beaucoup de temps malgré ses multiples occupations. Je le remercie pour son accueil au sein de son Unité de Recherche, pour son soutien technique, ses suggestions pertinentes, le partage de son expertise au quotidien et son souci constant à aboutir à un travail de recherche de qualité. Je le remercie d'avoir enrichi mes connaissances et de m'avoir guidé durant toute la période de ce stage.

J'adresse ma gratitude et mes remerciements les plus sincères à M. El Fechtali Mohamed, Technicien de Recherche à l'URAPCRPG et à toute l'équipe du Domaine Expérimental de Douyet, en particulier M. Herzi Abdelhamide, et M.Maghnaoui Abdelhakim, pour l'intérêt accordé à mes travaux de recherche, pour l'aide précieuse et l'amitié qu'ils m'ont tous témoignée

Je tiens à remercier également Messieurs les membres du Jury qui ont bien voulu accorder une part de leur précieux temps pour examiner ce travail. C'est pour moi un grand honneur et un vrai plaisir de présenter mon travail devant eux.

RESUME

Le colza (Brassica napus) est une plante oléagineuse très importante, largement cultivée dans de nombreux pays du monde. Cependant, cette culture est sensible à la sécheresse qui survient tout particulièrement au stade de la floraison et dont la fréquence est accrue à cause du changement climatique. Ainsi, le programme d'amélioration génétique du colza au Maroc conduit par l'INRA vise la sélection et le développement de nouvelles variétés productives et adaptables aux conditions agroclimatiques difficiles marquées notamment par le stress hydrique et le stress thermique. L'objectif du présent travail est d'évaluer le comportement et la performance de 11 variétés de colza en réponse aux conditions environnementales de la région du Sais (Douyet), durant cette campagne de 2020/2021, en absence et en présence d'irrigation en phase de floraison-formation de siliques. L'essai a été installé en plein champ au Domaine Expérimentale de l'INRA à Douyet, selon un dispositif en blocs aléatoires complets (DBAC) avec trois répétitions. L'évaluation a concerné plusieurs caractères morphologiques, physiologiques, phénologiques et agronomiques. Les résultats obtenus montrent que les variétés de colza évaluées se sont comportées d'une manière différente pour la majorité des paramètres étudiés et des groupes de variétés homogènes et égales sur le plan statistique ont pu être identifiés. En effet, la variété KN a été caractérisée par le nombre de siliques et le rendement par plante les plus élevés, avec une valeur moyenne de ce dernier de l'ordre 34,6g, contre un rendement de 25g enregistré chez la variété témoin Narjisse. Concernant les paramètres phénologiques, les variétés Nap9 et Traper se sont montrées très précoces à la floraison. Elles ont atteint la floraison en 94 jours par contre une floraison en 117 jours enregistré chez la variété Narjisse. Par ailleurs, les paramètres physiologiques, la variété ' MJK ' présente la température foliaire la plus basse, indiquant son potentiel à tolérer les hautes températures qui coïncident avec la floraison et la maturité. En plus, les variétés, comme Nap9 et Lila, ont eu une conductance stomatique plus élevée et pourraient donc être intéressantes dans des conditions de stress hydrique et thermique. Une autre année d'expérimentation impliquant un autre site additionnel est très souhaitable pour confirmer et bien cerner les résultats obtenus avant de recommander les meilleures variétés à utiliser dans les principales zones de production du colza au Maroc.

Mots-clés : colza, variété, région du Sais, rendement en graines, floraison, stress hydrique.

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre du Tableau	P
1	Somme de température nécessaire pour chaque stade colza	14
2	Type variétal et année d'inscription des variétés marocaines étudiées	22
3	Principaux ravageurs observés	25
4	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la hauteur de la plante	31
5	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la ramification de la plante	32
6	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la teneur en chlorophylle	34
7	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la conductance stomatique	35
8	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la température foliaire	37
9	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de jours à la floraison	38
10	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de siliques par plante	40
11	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de graines par silique	42
12	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le poids de mille graines	44
13	Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le rendement par plante	45

LISTE DES FIGURES

N°	Titre de la Figure	P
1		2
1	Consommation mondiale d'huiles végétales de 2013/14 à 2016/2017 par type d'huile	
2	Relations génomique entre les espèces importantes du genre Brassica	6
3	Composition de l'huile de colza en acides gras	7
4	Composition moyenne du tourteau de colza	8
5	Stades phénologique du colza (Brassicnapus L.ssp.napus)	11
6	Besoins du colza selon ses stades phénonologiques	13
7	Quantités d'éléments fertilisants mobilisés pour un rendement de 35q/ha	14
8	Progrès génétique du colza sur le rendement	16
9	Schéma de sélection de lignées de colza après hybridation selon la méthode pedigree	18
10	Dispositif expérimental adopté	22
11	Vue sur l'essai de colza installé au Domaine Expérimentale de Douyet 2020/2021	23
12	Appareil du chlorophyllomètre de model : SPAD-502	26
13	Thermomètre infrarouge	27
14	Appareil de mesure de la conductance des stomates	27
15	Hauteur moyenne (cm) par plante des 11 variétés étudiées au stade pleine-floraison	30
16	Nombre de rameaux moyen par plante des 11 variétés étudiées	32
17	Variation de l'indice de chlorophylle (Unité SPAD) entre les 11 variétés étudiées	33
18	Variation de la conductance stomatique (mmol H2O/m2.s) pour les 11 variétés étudiées	35
19	Variation de la température foliaire °C entre les 11 variétés étudiées	36
20	Variation de nombre de jours à la floraison (J) pour les 11 variétés étudiées	38
21	Variation du nombre de siliques moyen par plante entre les 11 variétés étudiées	39
22	Variation du nombre de graines moyen par silique entre les 11 variétés étudiées	41
23	Variation du poids de milles graines moyen entre les 11 variétés étudiées	43
24	Variation du rendement par plante entre les 11 variétés étudiées	44

LISTE DES ABREVIATIONS

Chl : Indice de chlorophylle

CS : Conductance stomatique

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

FOLEA : Fédération interprofessionnelle desoléagineux

HP : Hauteur de la plante

NGS : Nombre de graines par silique

NJF : Nombre de jours à la floraison

NRP : Nombre de ramifications par plante

NSP : Nombre de siliques par plante

PMG: Poids de milles graines

PMV : Plan Maroc Vert

RG : Rendement en graines

SOMMAIRE

INTRO	DUCTION	1
СНАРІТІ	RE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I. GE	NERALITES SUR LE COLZA	5
1.1	PRODUCTION ET CONSOMMATION	5
1.1	.1 Production du colza	5
1.1	.2 Consommation de l'huile du colza	6
1.2	ORIGINE GEOGRAPHIQUE ET CYTOGENETIQUE DU COLZA	6
1.2	.1 Origine géographique	6
1.2		
	INTERET ET IMPORTANCE DU COLZA	
1.3		
1.3		
II. DE	SCRIPTION DE LA PLANTE	10
II.1	CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE	
II.2	DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE	
11.2	1.1	
11.2	his a shares	
II.3	STADES PHENOLOGIQUES DU COLZA	
11.4	DEVELOPPEMENT ET CROISSANCE DU COLZA	
III. EX	IGENCES ECOLOGIQUES DE LA CULTURE	
III.1	Eau	
III.2	Sol	
III.3	Temperature	
III.4	NUTRITION MINERALE	
IV.	DIVERSITE ET AMELIORATION GENETIQUE DU COLZA	
IV.1	DIVERSITE GENETIQUE	
IV.2	OBJECTIFS ET CRITERES DE SELECTION AU MAROC	
IV.3	STRATEGIES UTILISEES	
IV.4	METHODES DE SELECTION	
	4.1 Sélection de lignées pures	
	4.2 Sélection de variétés populations à pollinisation libre	
	4.3 Sélection de variétés synthétiques	
	4.4 Sélection de variétés hybrides	
	RE 2 : MATERIEL ET METHODES	
	SJECTIF DE L'ESSAI	
II. LO	CALISATION DE L'ESSAI	22
III. M	ATERIEL VEGETAL	22
IV.	DISPOSITIF EXPERIMENTAL	23
v. co	ONDUITE TECHNIQUE DE L'ESSAI	24
V.1	PRECEDENT CULTURAL	24
V.2	Travail du sol	
V.3	FUMURE DE FOND	24
V.4	Semis	24

V.5	Eclaircissage	25
V.6	FERTILISATION AZOTEE	25
V.7	Desherbage	25
V.8	Ravageurs	25
VI.	MESURES ET OBSERVATIONS	26
VI.1	PARAMETRES MORPHOLOGIQUES	26
VI.2	PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES	27
VI.3	PARAMETRES PHENOLOGIQUES	29
VI.4	PARAMETRES AGRONOMIQUES	29
VII.	ANALYSES STATISTIQUES	29
СНАРІТ	TRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	30
I. R	RESULTATS POUR LES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES	31
1.1	Hauteur des plantes	31
1.2	RAMIFICATION DE LA PLANTE	32
II. R	RESULTATS POUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES	34
II. 1	TENEUR EN CHLOROPHYLLE	34
11.2	CONDUCTANCE STOMATIQUE	36
11.3	TEMPERATURE FOLIAIRE	37
III. R	RESULTATS POUR LES PARAMETRES PHENOLOGIQUES	38
III.1	Nombre de jours a la floraison	38
IV.	RESULTATS POUR LES PARAMETRES AGRONOMIQUES	40
IV.1	Nombre de siliques par plante	40
IV.2	Nombre de graines par silique	42
IV.3	POIDS DE MILLE GRAINES	44
IV.4	RENDEMENT PAR PLANTE	45
CONCL	LUSION ET RECOMMANDATION	47
REFERE	ENCES BIBLIOGRAPHIQUES	48

INTRODUCTION

En raison de la croissance démographique dans le monde, la consommation d'huiles végétales de table, issues des graines oléagineuses, est en perpétuelle augmentation. En plus de l'huile, l'une des denrées alimentaires de base dans la consommation humaine, les graines oléagineuses peuvent également fournir des tourteaux, qui sont des sous-produits riches en protéines nécessaires à l'alimentation du bétail comme la volaille industrielle [1]. Par ailleurs, les produits les plus échangés sur le marché international sont les oléagineux et les huiles végétales qui représentent 55% de la production mondiale [2].

La filière oléagineuse du Maroc occupe une position stratégique dans l'économie nationale. En effet, ce secteur a bénéficié d'importants investissements publics et privés, particulièrement dans l'oléiculture, ce qui a permis le développement de la production locale d'huiles végétales (huile d'olive et de graine oléagineuse), qui couvre actuellement près de 20% de la demande globale besoins globaux du pays [3].

Par ailleurs, la culture du colza possède l'avantage d'être un facteur de diversification des rotations et a une forte capacité à augmenter l'apport organique à la fin de l'été. En outre, en tant que culture de la saison précédente, le colza libère le sol tôt, permettant à la prochaine culture de s'installer convenablement, laissant un sol sans mauvaises herbes, propre et bien structuré.

Afin d'augmenter, de stabiliser et de maintenir des niveaux élevés de rendement de la culture du colza, les améliorateurs et sélectionneurs développent de nouvelles variétés, sous forme d'hybrides ou de lignées recombinantes, à haut potentiel de rendement dans différentes conditions environnementales. L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) est l'organisme national mandaté à développer des variétés de différentes filières dont les cultures oléagineuses. Concernant le colza, six variétés marocaines ont été déjà inscrites au catalogue officiel entre 2008 et 2018, alors que d'autres nouvelles variétés sont en cours.

Le présent travail, inscrit dans le cadre d'un PFE réalisé en collaboration scientifique entre la Faculté des Sciences et Techniques (FST) de Fès et l'INRA (CRRA de Meknès), porte sur l'évaluation d'un ensemble de 11 variétés de colza sélectionnées par ce dernier pour leur performance agronomique et leur adaptation morpho-physiologique aux conditions environnementales de la région du Sais durant cette campagne 2020/2021.

Ce rapport se compose en trois parties :

La première partie : il s'agit d'une synthèse bibliographique sur la culture du colza, la diversité du colza et l'amélioration génétique.

La deuxième partie : il s'agit de l'ensemble de matériels et de méthodes utilisés pour atteindre l'objectif de ce travail.

La troisième partie : il s'agit d'une présentation et discussion des différents résultats obtenus.

Présentation de la structure d'accueil :

L'INRA



L'Institut National de la Recherche Agronomique "INRA" a pour mission d'entreprendre les recherches pour le développement agricole. C'est un établissement public dont les origines remontent à 1914 avec la création des premiers services de recherche agricole officiel. Il a connu dernièrement une réorganisation structurelle qui s'articule en:

- Planification stratégique adéquate pour renforcer les capacités prospectives d'adaptation, de réaction et d'anticipation de la demande sociale de recherche agronomique.
- O Politique de proximité en se basant sur la régionalisation et la décentralisation de la recherche.
- O Système intégré de suivi, d'évaluation et de contrôle.
- Gestion intégrée et rationnelle des ressources.
- Politique de valorisation de ses produits.
- O Politique cohérente d'information et de coopération.

L'INRA opère à travers dix centres régionaux de la recherche agronomique et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agro systèmes du pays. Notamment, le Domaine Expérimental de Douyet, qui est un support aux programmes de recherche de l'INRA, a pour objectifs :

- o La création de nouvelles variétés performantes.
- o La recherche de meilleures techniques de production.
- La production et la multiplication des semences, et le conditionnement et le traitement des semences.



I. Généralités sur le colza

I.1 Production et consommation

I.1.1 Production du colza

Les statistiques décrivent que le colza est la deuxième culture oléagineuse du monde après le soja avec une production plus de 70 millions de tonnes de graines au cours de la campagne 2018/2019 (4).De plus, dans cette campagne, le canada a dépassé l'Union européenne pour devenir le plus gros producteur de colza, avec une récolte record de 22 Mnt par contre dans l'Union européenne la production de colza est attendue en baisse, à 21Mnt conséquence de conditions de cultures difficiles dans plusieurs états membres. En chine, pour la première fois depuis 8 ans, les emblavements de colza n'ont pas diminué, la production est attendue à 5 ,3 Mnt [5].

Le secteur marocain des oléagineux a connu depuis les années 1990 un déclin important. Celui-ci s'est amorcé avec l'arrêt des prix minimum garantis en 1996. Il s'est poursuivi pendant les réformes du marché intérieur et les programmes de libéralisation des échanges entrepris par le Gouvernement dans les années 2000. L'accord bilatéral de libre-échange (ALE) signé avec les États-Unis en 2006 a été le facteur principal de libéralisation de la filière oléagineuse. Les prix garantis à la production ont été réintroduits en 2003 mais à un niveau bien inférieur à ceux du début des années 1990 [6].

En 1981, La culture du colza a été introduite pour la première fois au Maroc pour répondre à la satisfaction des besoins du pays en matière d'huiles alimentaires. Les surfaces consacrées au colza ont été réalisées en 1990 avec une superficie semée de l'ordre de 4700 ha et une superficie récoltée approximative de 3100 ha. Le rendement national estimé a été de l'ordre de 13 q/ha et la production nationale obtenue a été de 4000 tonnes, c'était le record de production du colza entre 1982 et 2001 [7].

En 2012, un seul projet du Plan Maroc Vert, situé dans la province de Meknès, était consacré aux oléagineux. Ceci a changé avec la signature d'un contrat-programme entre le Gouvernement du Royaume du Maroc et la Fédération interprofessionnelle des oléagineux (FOLEA) pour la période 2013–2020 et son objectif principal est d'atteindre 127.000 hectares de surface cultivée en oléagineux dans le pays dont 85.000 hectares de tournesol et 42.000 hectares de colza. Le nouveau programme vise aussi à produire 93.000 tonnes d'huile d'oléagineux en 2020 contre moins de 10.000 tonnes en 2011 [6].

I.1.2 Consommation de l'huile du colza

La consommation mondiale d'huile de colza a atteint environ 25,63 millions de tonnes métriques en 2013/2014 contre 11,2 millions de tonnes en 1995/1996 [8]. Elle est la troisième huile plus consommée au monde avec 24 Mt/an, derrière l'huile de palme et l'huile de soja. En effet, cette consommation qui a été multipliée par 2,5 en vingt ans suit l'évolution mondiale de la consommation d'huiles végétales [9].

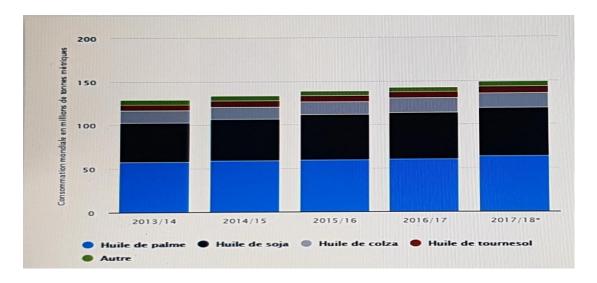


Figure 1 : La consommation mondiale d'huiles végétales de 2013/14 à 2016/2017 par type d'huile.

Au Maroc, il est estimé que la consommation d'huile augmentera à un rythme soutenu jusqu'en 2025 avec une croissance annuelle de 2,6 pour cent en moyenne. Un pour cent de cette croissance est dû à l'augmentation de la population et le reste s'explique par la réponse de la demande aux bonnes perspectives de croissance du produit intérieur brut (PIB) [6].

En outre, le profil jeune de la population marocaine soutiendra également la croissance de la consommation d'huile car de nombreux jeunes passeront dans la population active dans les dix ans à venir [6].

I.2 Origine géographique et cytogénétique du colza

I.2.1 Origine géographique

Il semble que l'origine de la culture de colza pourrait être soit le Sud-ouest de l'Europe soit l'Asie orientale [7].

I.2.2 Origine cytogénétique

La structure génétique du colza cultivé (2n = 38, génome AACC) est un hybride naturel entre le chou (Brassicaoleracea 2n = 18, génome CC) et la navette (B.campestris , 2n = 20 , génome AA). C'est une espèce amphidiploïde [7].

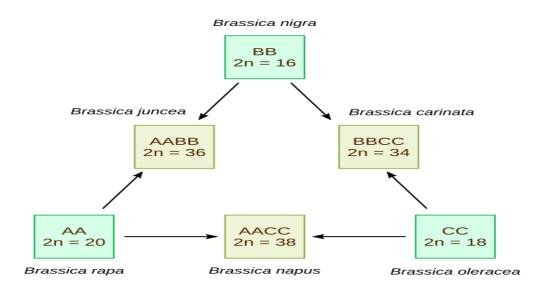


Figure 2 : Relations génomiques entre les espèces importantes du genre Brassica.

I.3 Intérêt et importance du colza

I.3.1 Intérêt

La culture du colza possède l'avantage d'être un facteur de diversification des rotations car elle stimule le rendement des céréales suivantes (de 10 à 30% par rapport à la culture blé sur blé) et laisse derrière lui un sol structuré [10].

De même, le colza joue un essentiel rôle dans la lutte contre les herbes indésirables et contre les mycotoxines de diverses espèces, maladies et adventices des céréales. Il réduit le temps et les coûts de désherbage [11].

Autre atout du colza, il restitue au sol les composants qui influencent directement la fertilisation du sol après une récolte de 30 q/ha, 115 kg d'azote, 35 kg de phosphore et 230 kg de potasse [12].

Enfin, le colza donne une production de qualité et contribue à protéger l'environnement par la baisse de la consommation d'énergie et l'émission des gaz [11].

I.3.2 Utilisation du colza

Nos abeilles ne sont pas les seules à profiter du colza et à l'utiliser pour leur production de miel, le colza est également utilisé pour la production d'huile alimentaire humaine, pour l'alimentation animale et pour la production de biocarburant.

Alimentation humaine

L'ensemble des huiles végétales contiennent des proportions variables d'acides gras polyinsaturés, mono-insaturés et saturés. Pour l'huile du colza, elle est riche en acide gras insaturés et offre le meilleur rapport entre oméga 6 et oméga 3, inférieur à 4. Les oméga 3 (9%) jouent un rôle dans le bon fonctionnement du cerveau et du système nerveux. De plus, on trouve aussi des acides gras mono-insaturés, plus connu sous le nom d'oméga 9 (>60%) qui aident à la réduction du taux sanguin de LDL-cholestérol (le mauvais cholestérol). Enfin, elle est bien pourvue en vitamine E antioxydante qui protège l'huile de l'oxydation mais aussi nos cellules du vieillissement [13].

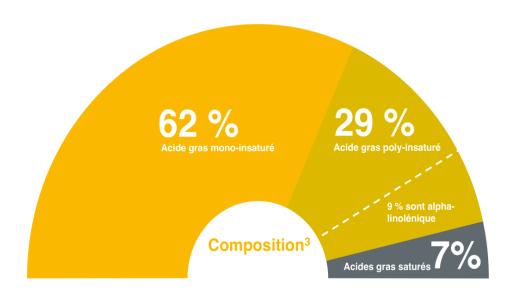


Figure 3 : La composition de l'huile de colza en acides gras

Selon la réglementation Européenne, l'huile du colza ne peut pas être consommée que si elle contient un taux d'acide érucique inférieur à 5%. En cas de dépassement ce seuil, il pourrait conduire à des risques cardiaques, digestifs ou hépatiques [14].

Alimentation animale

Après l'extraction de l'huile des graines de colza oléagineux, ce qui reste de la graine s'appelle le tourteau, riche en protéines (34%), est utilisé dans l'alimentation des animaux d'élevage comme les bovins, poulets, porcs, etc. Cette alimentation doit être faible en glucosinolates car ceux-ci peuvent perturber le métabolisme et causer des problèmes de thyroïde du bétail [7].

Le colza est également cultivé en tant que culture dérobée comme engrais vert et culture fourragère [7].

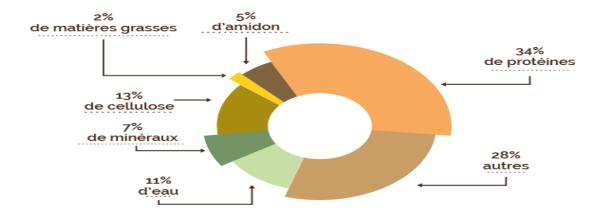


Figure 4 : Composition moyenne du tourteau de colza

Utilisations industrielles

L'huile de colza peut entrer dans les la composition de margarine, biocarburants, agents antipoussières dans les silos à grains, lipochimie comme la production de savons, un adjuvant destiné à
l'application d'herbicides, détergents, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, des antipoussières,.....Elle peut être également utilisée pour l'industrie pétrolière et pour la production des
lubrifiants (démoulage du béton, fluides hydrauliques) ou même carburant [15]. En effet, les
exploitations agricoles utilisent déjà un lubrifiant à base d'huile de colza dans les moteurs diesel en
France, au Canada, aux Etats unis, etc. [7].

Afin d'offrir un produit qui permet de faire face à de multiples utilisations, les sélectionneurs ont cherche à obtenir des variétés différentes par la composition en acides gras de leur huile :

- Basse teneur en acide linolénique pour éliminer l'odeur de friture en alimentation humaine
- o Haute teneur en acide palmitique pour la fabrication de margarine
- Haute teneur en acide érucique, oléique ou gamma-linolénique pour des utilisations industrielles spécifiques

II. Description de la plante

II.1 Classification systématique

Selon la classification de la systématique du colza est comme suit :

- Règne : Plante (végétal)
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Ordre: Capparales
- Famille : Brassicaceae (crucifères)
- Genre : Brassica
- Espèce : Brassicanapus

II.2 Description morphologique

II.2.1 Appareil végétatif

Le colza est une plante dicotylédone, annuelle, majoritairement herbacée. L'appareil végétatif du colza comme toutes les plantes se compose de deux systèmes, aérien et racinaire [16] :

- Système racinaire: s'accroit très rapidement, formant un pivot qui va devenir profond et épais, où la plantule accumule des réserves sur toute sa longueur, le pivot émet de nombreuses racines secondaires.
- Système aérien : elle se forme d'une tige rameuse et feuilles glabres. Les feuilles inférieures sont pétiolées et découpées, les supérieures sont lancéolées et entières.

II.2.2 Appareil reproducteur

Chaque ramification de la tige porte une inflorescence, formant une grappe simple à croissance indéfinie. La fleur du colza est hermaphrodite et la fécondation est généralement autogame avec 2/3 d'autopollinisation (70%) et 1/3 pollinisation croisée (30%) [17].

En outre, chaque fleur, après pollinisation et fécondation, donne lieu à une silique à valvée convexe de 5 à 10 cm de longueur. Les siliques sont déhiscentes à la maturité et chaque silique contient environ 20 petites graines. La graine a un diamètre qui varie de 2 à 2,5 mm et contient de l'huile avec une teneur variable selon les variétés [16].

II.3 Stades phénologiques du colza

Les principaux stades phénologiques du colza sont représentés par l'échelle BBCH (BiologischeBundesanstaltbunderssortenamt and CHemicalindustry) dont les stades principaux sont décrits sur une échelle de 0 à 9. Celle-ci est complétée par les stades secondaires qui s'échelonnent de 0 à 9 à l'intérieur d'un stade principal. On obtient ainsi un code à deux chiffres composé par le stade principal et le stade secondaire [18]. A signaler que le stade est atteint lorsque 50% des plantes sont à ce stade.

✓ Stade 00 à 09 : stade cotylédonaire

La radicule sort de la graine suivi par les cotylédons qui se dirigent vers la surface du sol. Dès que les cotylédons ont percé la surface du sol : c'est la levée.

✓ Stade 10 à 19 : c'est le développement de la phase végétative avec les feuilles

Les cotylédons sont complètement étalés puis sortie de la 1^{ère}, la 2^{ème}, jusqu'à la 6^{ème} feuille étalée. La phase végétative se termine avec la formation de la rosette.

✓ Stade 20 à 29 : stade rosette

C'est le début du développement des pousses latérales. Il peut y avoir jusqu'à 9 ou plus de pousses latérales.

✓ **Stade 31 :** les entre-nœuds visibles

C'est le début de l'élongation de la tige principale. Le premier entre-nœud visible puis le deuxième, puis le troisième et ainsi de suite, jusqu'à l'apparition de 9 entre-nœuds (au stade 39).

✓ **Stade 53 :** l'inflorescence principale est dégagée

Les boutons floraux dépassent les plus jeunes feuilles, ceux de l'inflorescence principale sont individuellement visibles mais fermés au stade 53.

✓ **Stade 57 :** les boutons sont séparés

Les boutons floraux des inflorescences sont individuellement visibles mais toujours fermés. Puis les premiers pétales deviennent visibles mais les fleurs sont toujours fermées.

✓ Stade 61 jusqu'à 69 : stade pleine floraison

Au stade 65 : 50% des fleurs de la grappe principale sont ouvertes, les premiers pétales tombent. La floraison s'achève puis les pétales commencent à tomber donc c'est la fin de la floraison.

✓ Stade 70 à 79 : le stade de développement des siliques

Les fruits appelés siliques commencent à se développer. Au stade 73, 30% des siliques ont atteint leur taille finale, ensuite au stade 79, toutes les siliques ont atteint leur taille finale.

✓ Stade 80 à 89 : maturité des fruits et des graines puis récolte

Au stade 80 : début de la maturation, les graines sont vertes et remplissent les siliques. Au stade 89 : la maturation est complète et les graines sont noires et dures.

✓ Stade 90 à 99 : c'est la sénescence, avec la qui est desséchée et ensuite morte.

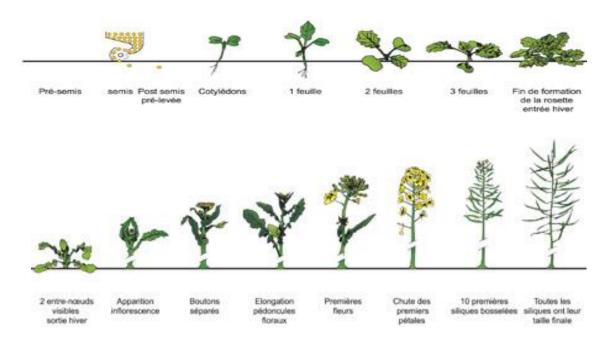


Figure 5 : Les Stades Phénologiques du colza (*Brassicanapus* L.ssp.napus)

II.4 Développement et croissance du colza

Le cycle de développement du colza se déroule en trois phases successives :

Phase végétative

Semé en automne, le colza étale d'abord au-dessus du sol ses deux cotylédons, ensuite une vingtaine de feuilles poussent et s'accroissent pour former une rosette avant l'hiver.

Au début de l'hiver, la plante possède une tige. De façon parallèle à la formation de cette rosette de feuilles, le système radiculaire se développe en pivot ainsi la plante y accumule les réserves qui serviront lors de la montaison, la ramification des tiges, la floraison, le remplissage des graines et la maturation [15].

Phase reproductrice

La phase reproductrice débute à la fin de l'hiver par la montée de la plante. L'inflorescence se note au sommet de la tige avec en parallèle le début de l'élongation des entre-nœuds supérieurs. Alors que la floraison a déjà débuté avant que la tige n'ait atteint sa taille définitive, la ramification de la tige commence tandis que la montée et la floraison se poursuivent. La floraison dure de 4 à 6 semaines selon l'échelle de la plante [15].

Phase de maturation

La phase de maturation correspond à la phase finale de formation des siliques. La maturité des graines est acquise en 6 à 7 semaines après la fécondation. D'ailleurs, le moindre choc peut provoquer la déhiscence de la silique et la chute des graines [15].

Il existe deux types de colza:

- o **Le type ''Hiver '' (Colza d'hiver**)à phase rosette longue qui demande pour accomplir son cycle végétatif une période hivernale vernalisante (< 10 °C pendant au moins 40 jours) puis une photopériode longue, il possède une certaine résistance au froid de moins de (-20 °C) (Soltner, 1999). Ce type du colza prend la durée de cycle varie entre 250 et 300 jours avec une somme de température de 1700 à 1800 °C [16].
- O Le type "Printemps" (Colza de printemps) à phase rosette très courte qui ne nécessite aucune phase vernalisante mais requiert des jours longs, il est sensible au froid. Le colza de printemps prend la durée pendant le cycle de développement entre 120 à 150 jours pour une somme de température de 1200 à 1400 °C pour accomplir son cycle [16].

III. Exigences écologiques de la culture

III.1 Eau

En premier lieu, la culture du colza requiert environ 450 à 500 mm d'eau tout au long de la saison qui doivent être répartis entre 30% durant la période levée-début floraison et 70% durant la période début floraison-maturité. D'autre part, la pénurie d'eau durant la germination peut affecter la régularité de la levée. A la fin de la floraison et la période du remplissage des siliques, se déroulent des conditions de déficit hydrique important provoquant une chute du poids de 100 graines. En revanche, l'excès d'eau au moment de la fécondation et de la maturation peut engendrer des risques de ramification abondante (floraison trop prolongée) et de non-visite des fleurs par les insectes pollinisateurs [7].

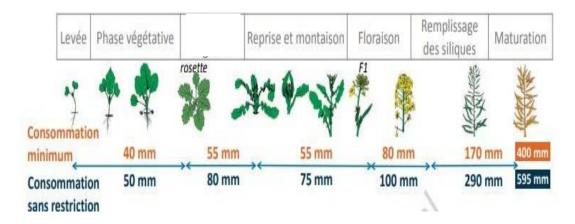


Figure 6 : Besoins du colza selon ses stades phénologiques.

III.2 Sol

Les sols qui conviennent à la culture du colza sont les sols argilo-limoneux, argilo-sablonneux très fins et argileux (19). Le colza préfère le sol profond, bien drainé, riche, ameublie. Il ne tolère pas les sols mal drainés ou inondés. Le meilleur PH du sol se situe entre 6 et 8,5 [7].

III.3 Température

La température est un facteur majeur de variation de la production en raison des risques de gelées hivernales et printanières qui conduisent dans certaines années au risque d'égrenage des siliques les plus précoces. En fait, la graine du colza germe à une température du sol supérieure à 5°C [19].

Selon BRISSON et Levrault (20), ils sont admis que le zéro de croissance du colza est voisin de 0°C, ainsi le colza de printemps accuse des dégâts foliaire dès -8°C et la température létale se situe autour de -15°C. La second période où les températures basses peuvent affecter la culture se situe lors de la floraison. La température critique à ce stade ne doit en aucun cas atteindre des valeurs négatives.

De même, si les seuils de sensibilité identiques sont admis pour les boutons floraux, il est clairement établi que les jeunes siliques fraîchement nouées supportent des températures négatives de l'ordre de -5°C.

Tableau 1 : somme de température nécessaire pour chaque stade colza

Stade	Cumul somme de T° (base 0°C)	Emission feuilles : 60 à 80°J base 0°C
Cotylédon (A)	64	
B2 (2 feuilles)	150	120 - 160
B4	250	240 - 320
B8	500	480 - 640
C1-C2	1000	
D1-D2	1180	
E	1260	
F1	1300	
G1	1400	
G4	1870	
Maturité	2330	

Rencontres Techniques Régionales du CETIOM 2008-2009

III.4 Nutrition minérale

Le colza est un grand consommateur d'azote : en un temps très court, au moment de la montée, 50% à 70% des besoins doivent être satisfaits. En effet, l'azote joue un rôle essentiel sur la croissance qui conditionne le rendement.

En revanche, il y a une corrélation négative entre teneur en huile et l'azote apportée, ce qui conduit à une diminution de la production d'huile en cas de forte fertilisation azotée. Par ailleurs, le colza qui est exigeant en azote, phosphore et soufre l'est moins en potassium et magnésium [7].

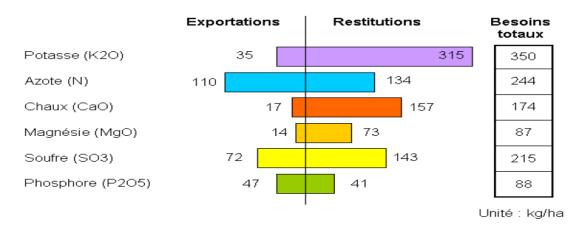


Figure 7 : Quantités d'éléments fertilisants mobilisés pour un rendement de 35q/ha

IV. Diversité et amélioration génétique du colza

IV.1 Diversité génétique

Durant les dernières décennies, les efforts de la génétique ont principalement porté sur les gains de productivité et les moyens d'assurer la régularité des niveaux atteints, en particulier en travaillant sur la résistance aux maladies. Le troisième objectif a été la qualité avec à première vue l'augmentation de la teneur en huile, ensuite les modifications de profils d'acides gras ou la teneur en glucosinolates des graines [21].

Par ailleurs, l'intensification de cette culture durant les dernières décennies, d'un côté, et la sélection variétale qui repose seulement sur les particularités agronomiques et économiques les plus recherchées, de l'autre côté, ont entrainé la diminution importante de la base génétique des variétés de colza. De sorte que, les différences morphologiques entre variétés cultivées ont connu une régression importante à tel point que la distinction morphologique entre quelques variétés est devenue très difficile [21].

En outre, approximativement 1100 accessions ont été analysées pour différents caractères de la qualité de la graine, puis pour autres traits morphologiques et de résistance afin de réduire la collection noyau à 150 accessions présentant une large variation pour les caractères importants du point de vue agronomique [7].

A propos de la productivité, les différents efforts ont été focalisés sur le rendement, sur la tolérance ou résistance vis-à-vis de divers stress abiotiques et biotiques et sur l'indéhiscence des siliques. Le graphique de la figure 8 montre l'évolution des rendements moyens obtenus dans les essais du comité technique permanent de la sélection en France.

Au fil de ces 50 ans, la progression moyenne est de l'ordre de 0,75 quintal/ha/an ce qui fait plus de 2% par an. En effet, le graphique indique que la progression n'est pas linéaire, des diminutions temporaires ont été enregistrées, particulièrement celles liées aux reconversions successives, zéro érucique dans les années 70 puis double zéro durant les années 80 [21].

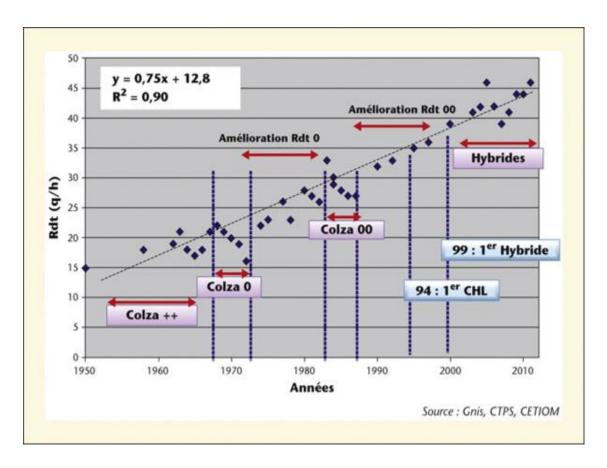


Figure 8 : Progrès génétique du colza sur le rendement

A mentionner que les caractères de qualité de la graine, zéro érucique et faible teneur en glucosinolates qui caractérisent la majorité des variétés modernes sont issus des seules variétés de printemps 'Liho' et 'Bronowski' respectivement.

D'un autre côté, de nombreux sélectionneurs ont créé des variétés synthétiques en transférant des caractères intéressants pour l'amélioration génétique et en répondant à différents problèmes (résistance aux herbicides, stérilité mâle,...etc.). De même, le colza est un hybride interspécifique, ce qui lui donne la possibilité de se croiser avec d'autres espèces voisines [7].

En fin de compte, la certification des variétés s'effectue à l'aide des marqueurs moléculaires puisque cette technique a de nombreux avantages, notamment la capacité de caractériser des variétés indépendamment des conditions environnementales, inversement aux traits morphologiques qui sont influencés par l'environnement. De plus, il est établi depuis longtemps que les marqueurs moléculaires sont employés dans le but de distinguer les génotypes de colza ainsi pour contrôler la pureté des graines de variétés hybrides de colza [21].

Aussi, ils permettent d'estimer la variabilité génétique, effectuer des cartes de gènes d'importance agronomique, de déterminer les génotypes et de réaliser des analyses phylogénétiques [21].

IV.2 Objectifs et critères de sélection au Maroc

L'objectif capital du programme de sélection du colza est le développement de variétés productives et adaptées aux conditions de culture. Pour ce faire, il est nécessaire d'élargir la variabilité génétique afin de faciliter et réussir les travaux de sélection de cette culture.

Le rendement et la teneur en huile de la graine sont les plus importants critères de sélection dans les programmes d'amélioration du colza. Cependant, la sélection se fait, en amont, sur la base d'un certain nombre de caractères morphologiques, biochimiques, phénologiques et physiologiques dont les plus importants sont les suivants [23]:

- Vigueur initiale des génotypes ;
- Composantes du rendement : nombreux chercheurs ont montré que le nombre de siliques par plante de même que la longueur de ces siliques constituent des critères de sélection pertinents afin d'améliore la productivité du colza;
- O Précocité du matériel : il a nécessité de sélectionner un matériel génétique précoce afin d'échapper à la sécheresse de fin du cycle, surtout dans le contexte actuel de changement climatique ;
- Critères de qualité, à savoir la teneur en acide érucique dans l'huile et des glucosinolates dans les tourteaux.

IV.3 Stratégies utilisées

Les méthodes de sélection adoptées ont été la sélection directe et la sélection après hybridation. D'abord, la sélection directe est réalisée à partir d'une population hétérogène dérivée des recombinaisons et brassages entre les différentes introductions par des pollinisations libres en présence massive d'abeilles. Ensuite, la sélection après hybridation s'initie par des croisements dirigés entre parents choisis à partir du matériel végétal introduit et évalué dans différents environnements. En effet, l'obtention des hybrides F1 et l'avancement des générations se fait par des autofécondations successives d'après la méthode de sélection pedigree. En général, une vingtaine de croisements sont réalisés annuellement [24].

Générations	Observations
P ₁ x P ₂	-20croisements différents par an
F ₁	- Autofécondations des plantes F ₁ pour avancement des générations
F ₂	 Conduite du matériel en ségrégation dans 1 ou 2 sites Sélections des plantes individuelles pour la vigueur initiale, la précocité et la ramification (par site) Sauvegarde et avancement par autofécondation de 60 à 80% (par site)
F ₃	 Sélections des meilleures familles Rétention et avancement par autofécondation de 40%
F ₄	- Sélection des meilleures plantes dans les meilleures lignes et dans les meilleures familles - Rétentionet avancement par autofécondation de 10 à 20%
F5-F6	- Même procédure que F ₄
F7-F9	 Multiplication de semences pour essai de rendement Essai de rendement en graine et en huile Valeur agronomique et technologique (VAT) Au moins 3 sites dans le Gharb et le Saïs durant 3 années
Multiplication des semences pré-base	Les meilleures lignées multipliées sont présentées au Catalogue Officiel des variétés

Figure 9 : Schéma de sélection de lignées de colza après hybridation selon la méthode pedigree

IV.4 Méthodes de sélection

IV.4.1 Sélection de lignées pures

La sélection de lignées pures débute par un croisement dirigé entre deux parents choisis convenablement sur la base de leur performance et complémentarité. Ensuite l'hybride F₁ est autofécondé pour avoir la population F₂ en ségrégation, la sélection se base sur des caractères simples facilement observables et héritables. Elle est pour suivie jusqu'à la fixation de lignées sélectionnées homogènes et stables [7].

IV.4.2 Sélection de variétés populations à pollinisation libre

Elles sont été créés dans le but de minimiser le degré de consanguinité, préserver la variabilité génétique pour une adaptation à différentes conditions de culture et aussi de manière à raccourcir le cycle des élections de 2 à 3 ans par rapport au cycle de sélection des lignées créées par pedigree [7].

IV.4.3 Sélection de variétés synthétiques

Les variétés synthétiques constituent une voie alternative pour exploiter un certain degré d'hétérosis, en plus de garantir un certain niveau de stabilité et d'adaptation à différents environnements contrastés. En outre, elles sont connues pour une stabilité du rendement en graine plus importante que celle des variétés hybrides ou des lignées parentales [7].

IV.4.4 Sélection de variétés hybrides

Les études ont démontré que les meilleurs hybrides pouvaient produire 50% de graines de plus par rapport aux meilleurs parents. De même, ils valorisent le maximum possible d'hétérosis en apportant un gain de productivité par rapport aux lignées et aux populations du colza. En effet, Cet hétérosis se manifeste sur différents caractères dont le rendement en graine, la hauteur, la surface foliaire, le nombre de siliques par plante, le nombre de graines par silique, le poids de mille graines et la teneur en huile de la graine [7].



I. Objectif de l'essai

Cet essai a été réalisé afin d'évaluer le comportement et la performance de 11 variétés de colza (*Brassicanapus*) en réponse aux conditions environnementales de la région du Sais durant cette campagne de 2020/2021.

Les variétés ont été examinées sur la base de critères de précocité, de production et d'adaptation vis-àvis des différents facteurs du milieu au cours de leur cycle de croissance et de développement.

II. Localisation de l'essai

L'expérimentation a été installée en plein champ au Domaine Expérimentale de Douyet durant la compagne 2020/2021. Le site expérimental est géographiquement situé à 34°04'N,5°07'W. Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone bour favorable de la plaine du Sais (Province de Moulay Yaacoub-Wilaya de Fès-Meknès). Il se situe à une altitude de 416m, sur une superficie totale est de 440ha .durant la compagne 2020/2021.

III. Matériel végétal

Le matériel végétal de notre expérimentation est composé de 11 variétés dont dix variétés sélectionnées par l'INRA et un hybride commercial d'origine étrangère.

- Les variétés marocaines sont : 'Alia' (FK), 'Narjisse' (409), 'Adila' (Syn1), 'Baraka' (H3), 'Moufida' (289) et 'Lila' (Syn3) qui sont des obtentions de l'INRA de Meknès, déjà inscrites au catalogue officiel. Les variétés 'KN', 'KF' et 'MJK' sont en phase de multiplication de semences pour proposition pour inscription au catalogue officiel à partir de l'année 2021/2022. La variété 'Nap9' est une nouvelle sélection de l'INRA à partir de certaines introductions d'Australie et sa semence sera multipliée prochainement. La première variété qui a été inscrite au Catalogue Officiel en 2008 est 'Narjisse' [7] qui est utilisée comme témoin dans ce travail et dans tout notre programme de sélection.
- o L'hybride de colza étranger commercialisé au Maroc est 'Traper'

Tableau 2 : Type variétal et année d'inscription des variétés marocaines étudiées

Variété	Type variétale	Année d'inscription
Narjisse	Lignée développée par	2008
-	sélection généalogique	
Moufida	Lignée développée par sélection pédigrée	2009
Lila	Variété synthétique	2015
Adila	Variété synthétique	2015
Alia	Lignée développée par sélection généalogique	2017
Baraka	Lignée développée par sélection généalogique	2018

IV. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire complet (BAC), avec trois répétitions (Figure 10). Les trois blocs séparés d'une distance de 2 m et chaque bloc est constitué de 11 variétés avec une surface globale de 39,60 m². Au sein de chaque bloc, chaque variété est représentée par 6 lignes de 3m de longueur avec un espacement de 60cm entre lignes.

Répétition 3

Moufida	MJK	Baraka	KN	Alia	KF	Narjise	Lila	Nap9	Traper	Adila

Répétition 2

MJK	Narjise	KN	Alia	KF	Nap9	Baraka	Lila	Moufida	Adila	Traper

Répétition 1

Alia	Moufida	Baraka	Adila	Lila	Traper	MJK	Narjisse	KF	Nap9	KN

Figure 10 : Dispositif expérimental adopté



Figure 11 : Vue sur l'essai de colza installé au Domaine Expérimentale de Douyet, 2020/2021

V. Conduite technique de l'essai

V.1 Précédent cultural

Le précédent cultural au niveau de la parcelle de l'essai : Jachère

V.2 Travail du sol

Le travail du sol de la parcelle d'essai a été réalisé en octobre 2020 afin d'assurer un semis de qualité, faciliter le développement racinaire et améliorer les circulations internes dans le sol (alimentation en eau et en éléments minéraux).

V.3 Fumure de fond

Au niveau de la parcelle d'étude, le DAP (Di-Ammoniaque Phosphate) a été le seul engrais de fond utilisé, il a été épandu le 19/11/2020 à raison de 2 U/ha.

V.4 Semis

L'opération de semis a été réalisée le 21/11/2020. Elle a été effectuée manuellement en lignes continues, avec une quantité de 3 à 4g au niveau de chaque parcelle élémentaire (variété par répétition) et à une profondeur de semis de l'ordre de 2cm.

V.5 Eclaircissage

Après le semis, une fois les plantes levées, plus précisément au stade 3 à 4 feuilles, un éclaircissage a été effectué. Seules les plantules les plus saines et vigoureuses sont maintenues avec un espacement de 4 à 5 cm entre les plantules.

V.6 Fertilisation azotée

Le colza est une plante exigeante en éléments nutritifs, particulièrement en azote depuis la reprise de végétation jusqu'au début de la floraison. La fertilisation azotée a été réalisée par l'ammonitrate (33,5 %) fractionnée en deux apports :

- Le premier apport a été effectué le 13/01/2021 à raison de 20 U/ha, pour permettre aux jeunes plantules de bien se développer et de donner des feuilles vigoureuses.
- Le deuxième apport a été effectué le 17/03/2021 à raison de 20 U/ha pour couvrir les besoins de colza au stade floraison.

V.7 Désherbage

La technique du désherbage a été faite d'une manière manuelle durant deux jours, le 28etle 29 janvier2021, pour éliminer des mauvaises herbes adventices et éviter les effets de compétition avec la culture.

V.8 Ravageurs

Les principaux ravageurs observés aux différents stades de développement de la culture du colza sont la cétoine, la chenille de piéride du chou et l'escargot. Ils endommagent les plantes de toutes les variétés, néanmoins avec des préférences pour certains organes, en fonction du stade de développement de ces plantes.

Le principe de la lutte raisonnée est de n'appliquer les traitements que si les deux conditions suivantes sont réunies :

- Le colza doit être au stade sensible à l'attaque de l'insecte concerné, c'est-à-dire que les dégâts
 occasionnés par l'insecte risquent d'avoir des répercussions sur le rendement.
- Le nombre d'insectes doit dépasser un seuil évalué soit par comptage dans l'essai, soit par piégeage. De plus, ce seuil est spécifique à chaque insecte.

En effet, dans le cas de notre expérimentation, les deux conditions ont été réunies de sorte que l'application du traitement a été justifiée.

- O Les différents traitements qui ont été effectués sont :
- O Le premier traitement a été fait le 1/02/2021 contre les pucerons
- o Le deuxième traitement a été fait le 19/02/2021 contre les cétoines
- O Le dernier traitement a été fait le 21/04/2021 contre les insectes (pucerons et cétoines)

Tableau 3 : Principaux ravageurs observés

Illustration	Ravageur	Stade	Organe
			attaqué
	Cétoine	Floraison	Boutons
			floraux,
			fleurs,
			jeunes
			siliques
	Chenille de piéride	Floraison	Feuilles
	du chou		
	L'escargot	Rosette	Feuilles

VI. Mesures et observations

Un échantillon de cinq plantes prises au hasard par variété et par bloc a été considéré pour les différentes mesures et observations. Il s'agit notamment de paramètres morphologiques, physiologiques, phénologiques et agronomiques.

VI.1 Paramètres morphologiques

Pour avoir une idée sur la morphologie des plantes, les paramètres suivants ont été mesurés et estimés :

Hauteur de la plante

Mesurée par une règle graduée en cm à partir du collet de la plante jusqu'à la limite du bourgeon apical de la tige principale au stade pleine- floraison, ce travail a été fait le 29/03/2021.

- Forme des feuilles de la plante

Déterminée par le nombre de lobes, la couleur du limbe, etc. Pour le même stade de croissance et au niveau du même étage de la plante. Ce travail a été réalisé le 06/04/2021.

- Nombre total de rameaux

Comptage sur terrain du nombre de rameaux primaires par plante à la fin du stade de la floraison.

VI.2 Paramètres physiologiques

Les mesures des paramètres physiologiques ont été faites sur les mêmes feuilles bien développées et jeunes à partir de 11h00 sous une température moyenne qui varie entre 14 et 24°C.

- Teneur en chlorophylle

Les mesures de la teneur en chlorophylle ont été prises au niveau des mêmes feuilles à l'aide d'un appareil de mesure de chlorophylle de model SPAD-502. Les prises de mesures ont été effectuées au niveau de la feuille sur trois points différents (sommet, milieu, base), la moyenne des trois valeurs s'affiche sur l'écran à la fin des mesures (Figure 12). Les mesures ont été réalisés le 07/04/2021 et le 26/04/2021.



Figure 12 : Appareil du chlorophyllomètre de model : SPAD-502

- <u>Température foliaire</u>

Le thermomètre infrarouge permet de mesurer la température des feuilles à travers la radiation infrarouge (Figure 13). En effet, il donne une idée sur l'état hydrique de la plante et surtout la sensibilité ou la résistance de la plante au stress hydrique. En outre, la première mesure a été réalisée le 07/04/2021 et la deuxième a été faite le 28/04/2021.



Figure 13: Thermomètre infrarouge

- Conductance stomatique

La mesure de la conductance des stomates a été mesurée par un poromètre (Figure 14). Elle a été effectuée pour chaque feuille saine, généralement exprimée en mmol.m2.s, est la mesure du flux de vapeur d'eau sortant (ou de dioxyde carbone CO2 entrant) d'une feuille à travers ses stomates. En outre, la plante régule son activité en ouvrant ou fermant ses stomates en fonction des conditions qui l'environnent. Ainsi, le flux est important quand la plante peut fonctionner de manière optimale dans des conditions favorables et diminue si la plante est stressée. Les deux mesures ont été réalisées le 28/04/2021 et le 17/05/2021.



Figure 14 : Appareil de mesure de la conductance des stomates

VI.3 Paramètres phénologiques

Pendant tout le cycle de développement de la culture du colza, les principaux stades phénologiques des 11 variétés étudiées ont été déterminés. En effet, un stade atteint lorsqu'au moins 50% des plantes de la variété ont atteint ce stade.

- Nombre de jours à la floraison

Correspond au nombre de jours séparant la date de semis et la date où 50% des plantes d'une variété ont fleurit.

VI.4 Paramètres agronomiques

- Nombre de siliques par plante

Compté manuellement pour chaque plante de l'échantillon.

- Nombre de graines par silique

Compté sur un échantillon représentatif de dix siliques par plante de l'échantillon.

- Poids de 1000 graines

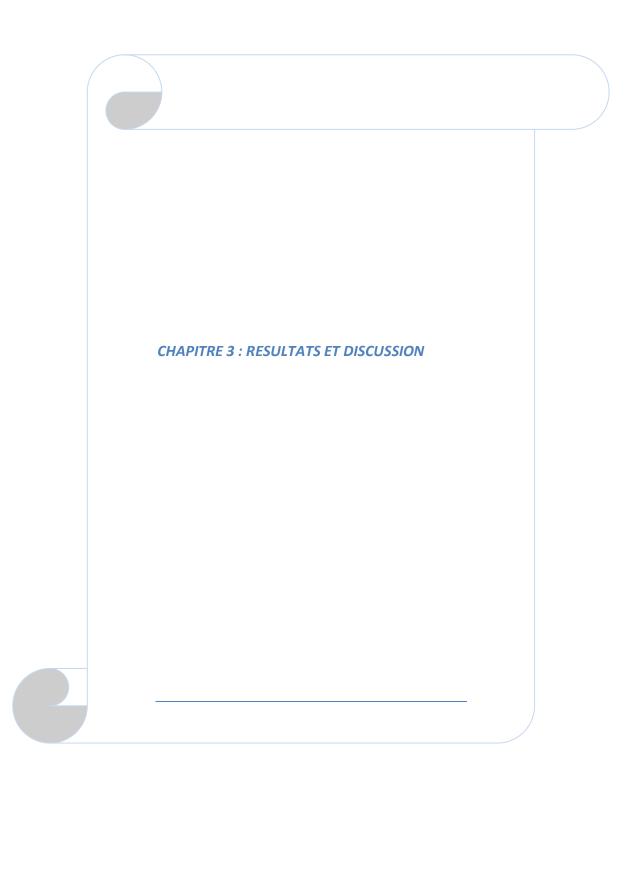
Après battage et nettoyage, 1000 graines de chaque parcelle élémentaire ont été comptées ensuite pesés à l'aide d'une balance de précision.

- Rendement par plante

Après le battage et le nettoyage, les graines de chaque plante sont conservées dans des sachets appropriés puis pesées.

VII. Analyses statistiques

L'analyse statistique est très exigée pour chaque étude de recherche expérimentale afin de déterminer la signification statistique des différences observées entre le niveau de facteur étudié (variété) pour les différents paramètres concernés par ce travail. Les données de l'expérimentation saisies par Excel ont été analysées par le logiciel statistique SAS, pour effectuer les analyses descriptives, l'analyse de la variance. De plus, le test DUNCAN a permis de réaliser une classification des variétés en groupes homogènes.



I. Résultats pour les paramètres morphologiques

I.1 Hauteur des plantes

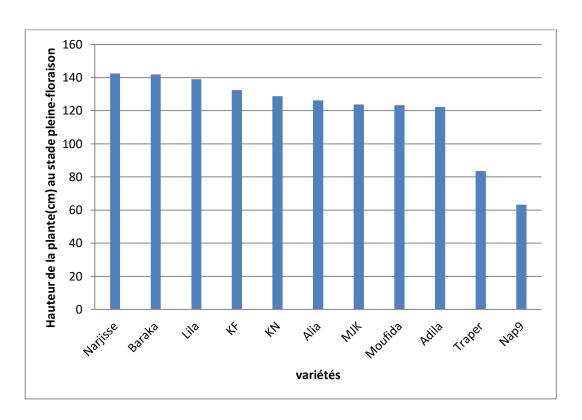


Figure 15 : Hauteur moyenne (cm) par plante des 11 variétés étudiées au stade pleine-floraison

L'ensemble des variétés étudiées a exprimé une différence très hautement significative pour ce caractère au stade pleine-floraison (P<0,001). De plus, les variétés ont, en moyenne, la hauteur de la plante de l'ordre de 120,75 cm, avec une variation de 63,33 cm pour la variété Nap9 à 142,53 cm pour la variété Narjisse.

En plus, La plus haute valeur attribuée à la variété témoin dans notre travail Narjisse, avec une hauteur moyenne de 142,53 cm, suivie de la variété Baraka avec une valeur de 141,87 cm. Effectivement, au moment de la récolte, la hauteur de la variété témoin a été déterminée dans plusieurs environnements favorables, atteignant 2m [7].

Les dernières variétés sont naines, avec une hauteur qui varie entre 83,57 cm pour la variété Traper et 63,33 cm pour la variété Nap9. En effet, la réduction de hauteur de ces variétés est due au caractère de nanisme chez ces variétés.

Tableau 4 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la hauteur des plantes

Groupe homogène	Composition	Moyenne (cm)
A	Narjisse, Baraka	142,2
AB	Lila	139
ABC	KF	132,4
BC	KN	128,8
С	Alia,MJK,Moufida,Adila	123,88
D	Traper	83,57
E	Nap9	63,33

La comparaison des moyennes présente sept groupes homogènes (Duncan) pour ce caractère.

- Le groupe A contient Narjisse et Baraka dont la hauteur moyenne est de l'ordre de 142,2 cm.
- Le groupe AB composé uniquement de la variété Lila avec une moyenne de l'ordre 139cm.
- Le groupe ABC contient une seule variété KF avec une moyenne de l'ordre 132,4cm.
- Le groupe BC contient une seule variété KN avec une hauteur moyenne de l'ordre 128,8cm.
- Le groupe C composé par quatre variétés Alia,MJK,Moufida,Adila dont la hauteur moyenne de l'ordre 123,88 cm.
- Le groupe D contient une seule variété Traper avec une hauteur moyenne 83,57 cm.
- Le groupe E constitue uniquement de la variété Nap9 avec une moyenne de l'ordre de 63,33 cm.

I.2 Ramification de la plante

L'ensemble des variétés étudiées a montré une différence très hautement significative pour ce caractère (P<0,001). En outre, les variétés ont, en moyenne, de ramification de l'ordre de 7, avec une variation de 10 rameaux pour la variété Narjisse à 6 rameaux pour la variété Moufida.

En effet, Nabloussi [7] a constaté que le nombre moyen de rameaux par plante de la variété Narjisseest supérieur à 15 rameaux au niveau de différents environnements alors que le nombre moyen de rameaux de la variété Moufida est supérieur à 11 rameaux.

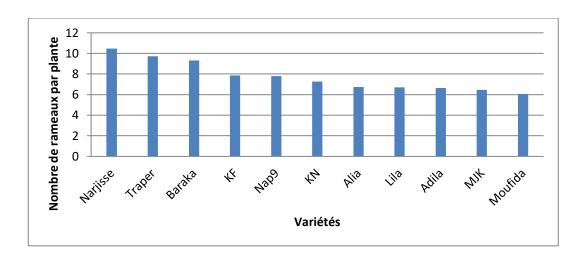


Figure 16 : Nombre de rameaux moyen par plante des 11 variétés étudiées

Par contre, dans le cas de notre étude, Narjisse est la variété la plus ramifiée avec une moyenne de 10 rameaux par plante, tandis que la ramification la plus faible est enregistrée chez la variété Moufida, avec une moyenne de 6 rameaux par plante. Ce faible nombre de rameaux pour les deux variétés peut être expliqué par les basses températures pendant le stade végétatif. En fait, les études ont rapporté qu'une diminution du nombre de rameaux de colza a été observée à une température inférieure à $10/15^{\circ}$ C (15). Pour les autres variétés sont intermédiaires avec un nombre moyen variant de 7 à 9 rameaux par plante.

Tableau 5 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la ramification de la plante

Groupe homogène	Composition	Moyenne
A	Narjisse, Traper, Baraka,	9
В	KF,Nap9	7,83
BC	KN,Alia,Lila,Adila	6,84
С	MJK,Moufida	6,26

Le tableau cinq résume les groupes homogènes (Duncan) ressortis pour ce caractère.

- Le groupe A contient Narjisse, Traper et Baraka dont la ramification moyenne est de l'ordre de 9 rameaux.
- Le groupe B composé par deux variétés KF, Nap9 avec une moyenne de ramification de l'ordre 7,83 rameaux.

- Le groupe BC composé par quatre variétés KN,Alia,Lila,Adila dont la ramification moyenne de l'ordre 6,84 rameaux.
- Le groupe C contient les variétésMJK, Moufidaavec une ramification moyenne de l'ordre de 6,26 rameaux.

La variabilité du nombre de rameaux peut avoir un impact positif sur le rendement. En effet, il est généralement admis que plus une plante est ramifiée, plus la possibilité de produire plus de rameaux secondaires est grande et donc plus de siliques par plante, et par conséquent plus de productivité [15].

II. Résultats pour les paramètres physiologiques

II.1 Teneur en chlorophylle

Le résultat montre une différence très hautement significative entre les variétés étudiées relativement à l'indice de chlorophylle (p<0,001). Les variétés ont enregistré, en moyenne de la teneur en chlorophylle de l'ordre de 52,88 unités SPAD.

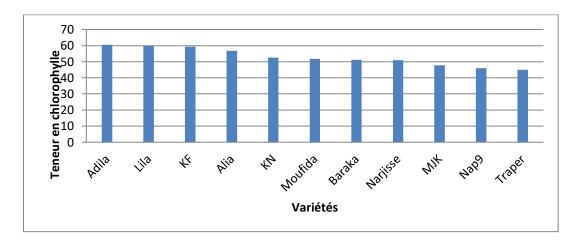


Figure 17 : Variation de l'indice de chlorophylle (Unité SPAD) entre les 11 variétés étudiée

En outre, la variété Adila a présenté la teneur en chlorophylle la plus élevée (60,57 unité SPAD) suivie de la variété Lila (59,83 unité SPAD) puis la variété KF (59,37 unité SPAD). Or, les variétés Nap9 et Traper ont eu les valeurs les plus faibles, soient 46,04 et 44,91 unité SPAD, respectivement. Les autres variétés ont une valeur de 47 à 56 unité SPAD.

A part le facteur génétique, la teneur en chlorophylle est très influencée par les conditions climatiques. Puisque, dans le présent travail, effectué en plein champ, la variété Baraka adonné une valeur faible en chlorophylle, de l'ordre de 51,07 unité SPAD, mesurée au stade floraison. En revanche, sous des conditions contrôlées (un éclairement saturant, une température de 24°C et une humidité relative varie

entre 50 et 60%), et sous une alimentation hydrique à la réserve facilement utilisable, cette même variété H3 montre une teneur en chlorophylle plus élevée de 54,76 unité SPAD [15].

Tableau 6 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la teneur en chlorophylle

Groupe homogène	Composition	Moyenne
A	Adila, Lila et KF	59,92
В	Alia	56,79
C	KN	52,64
CD	Moufida	51,72
D	Baraka et Narjisse	50,97
E	MJK	47,85
F	Nap9 et Traper	45,47

La comparaison des moyennes présente sept groupes homogènes (Duncan) pour ce caractère.

- Le groupe A contient Adila, Lila et KF dont la teneur en chlorophylle moyenne est de l'ordre de 59,92 unité SPAD.
- Le groupe B composé uniquement de la variété Alia avec une teneur en chlorophylle moyenne est de l'ordre de 56,79unité SPAD.
- Le groupe C contient une seule variété KN avec une teneur en chlorophylle moyenne est de l'ordre de 52,64 unité SPAD.
- Le groupe CD contient une seule variété Moufida dont la teneur en chlorophylle moyenne est de l'ordre de 51,72 unité SPAD.
- Le groupe D contient Baraka et Narjisse avec une valeur moyenne de l'ordre de 50,97 unité SPAD.
- Le groupe E constitue uniquement de la variété MJK avec une valeur moyenne de l'ordre de47,
 85unité SPAD.
- Le groupe F composé les variétésNap9 et Traper avec une teneur en chlorophylle moyenne est de l'ordre de 45,47 unité SPAD.

II.2 Conductance stomatique

Le résultat montre une différence hautement significative entre les variétés étudiées relativement à la conductance stomatique (p<0,003).

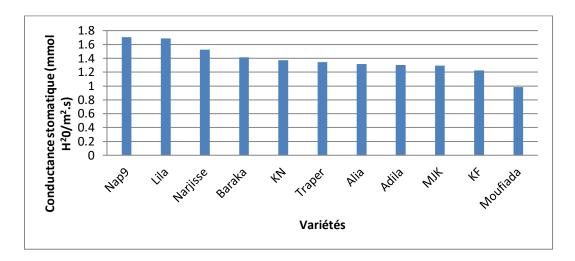


Figure 18 : Variation de la conductance stomatique (mmol H²O/m².s) pour les 11 variétés étudiées

En outre, la variété Nap9 a présenté la valeur la plus élevée de l'ordre de 1,70 mmol de H²0/m².s, suivi de la variété Lila avec une valeur de 1,68 mmol de H²0/m².s. En effet, la valeur élevée de la conductance stomatique indique une tolérance aux stress, ceci laisse estimer à la mise en place de mécanisme de contrôle de l'ouverture et de la fermeture des stomates en relation avec ces conditions. Or, la variété marocaine Moufida a donné la plus petite valeur de l'ordre de 0,98 mmol de H²0/m².s.

Tableau 7 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la conductance stomatique

Groupe homogène	Composition	Moyenne
		$(mmolH^20/m^2.s)$
A	Nap9 et Lila	1,694
AB	Narjisse et Baraka	1,470
ABC	KN,Traper,Alia,Adila, MJK	1,327
BC	KF	1,224
С	Moufida	0,983

Cinq groupes peuvent être ressortis :

- Le groupe A contient une seule variété, caractérisé par la CS la plus importante 1,69 mmol H²O/m².s.
- Le groupe AB contient deux variétés Narjisse et Baraka avec une CS de 1,47 mmol H²O/m².s.
- Le groupe ABC contient Cinq variétés KN, Traper, Alia, Adila, MJK dont la CS moyenne est de l'ordre de 1,32mmol H²O/m².s.
- Le groupe BC contient la variété KF avec une CS de 1,22 mmol H²O/m².s.
- Le groupe C contient une seule variété Moufida ayant présenté la CS la plus faible 0,98 mmol H²O/m².s.

II.3 Température foliaire

Concernant la température foliaire, les résultats de l'analyse de la variance ont montré l'existence de différences très hautement significatives entre les variétés étudiées (p<0,001).

En plus, la température foliaire moyenne de 11 variétés est de l'ordre de 18,51 °C, avec une variation de 16 à 20 °C pour MJK et Nap9, respectivement.

En effet, la variété MJK a eu la température la plus basse par conséquent elle serait la moins stressé par rapport aux autres variétés et aurait l'avantage de tolérer les hautes températures de fin de cycle.

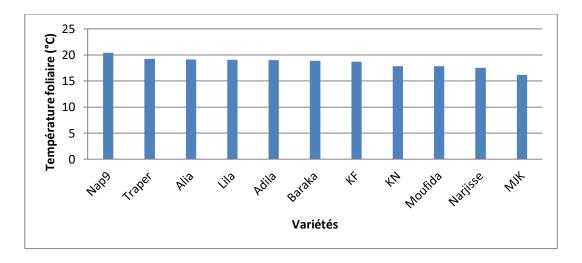


Figure 19 : Variation de la température foliaire (°C) entre les 11 variétés étudiées

Tableau 8 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour la température foliaire

Groupe homogène	Composition	Moyenne (°C)
A	Nap9	20,4
В	Traper, Alia	19,16
BC	Lila, Adila,Baraka	19
С	KF	18,68
D	KN, Moufida, Narjisse	17,74
E	MJK	16,16

Six groupes peuvent être ressortis :

- Le groupe A contient seulement la variété Nap9, caractérisé par la plus haute température foliaire, soit une moyenne de 20,4 °C.
- Le groupe B contient deux variétés Traper, Alia avec une valeur TF de 19,16 °C.
- Le groupe BC contient trois variétés Lila, Adila, Baraka avec une valeur TF de 19°C.
- Le groupe C contient une seule variété KF, qui a marqué une TF égale à 18,68 °C.
- Le groupe D contient trois variétés KN, Moufida, Narjisse ayant une TF de 17,74°C.
- Le groupe E contient aussi une seule variété MJK ayant enregistré une TF de 16,16 °C.

III. Résultats pour les paramètres phénologiques

III.1 Nombre de jours à la floraison

L'ensemble des variétés a exprimé une différence hautement significative pour le nombre de jours à la floraison (p<0,001). En outre, le nombre de jours moyen des variétés est de l'ordre de 112,03 jours. D'ailleurs, le classement des variétés sur la base de la précocité à la floraison a montré que Nap9 et Traper sont les variétés ayant les cycles les plus courts, elles ont atteint la floraison en 94 jours. En revanche, Alia est la plus tardive ayant parcouru, après le semis, 119 jours pour fleurir.

D'autres variétés sont aussi tardives à savoir Moufida, Baraka et Narjisse, avec respectivement 118, 117, 117 jours entre le semis et la floraison.

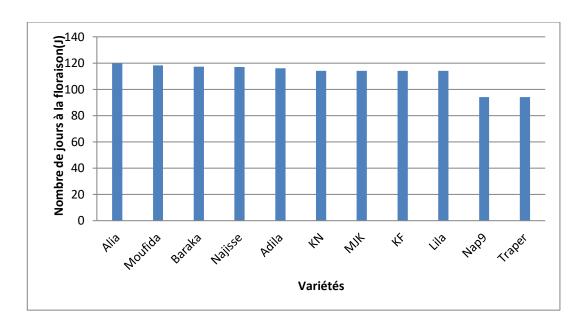


Figure 20 : Variation de nombre de jours à la floraison (J) pour les 11 variétés.

En effet, il est bien connu que la sélection de variétés précoces est très importante, afin que ces dernières ont l'avantage d'avoir une floraison et une maturité de siliques plus précoces que les variétés tardives, ce qui permet à ces variétés précoces d'être utile dans l'adaptation face aux conditions défavorables, notamment température élevée et au déficit hydrique. En plus, la faible durée de cycle de ces variétés permet de libérer le sol tôt afin d'installer la prochaine culture.

Tableau 9 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de jours à la floraison

Groupe homogène	Composition	Moyenne
A	Alia	119,70
AB	Moufida, Baraka	117,83
В	Najisse	117
С	Adila,KN,MJK,KF,Lila	114,4
D	Nap9,Traper	94

Cinq groupes peuvent être ressortis :

- Le groupe A contient une seule variété Alia, caractérisé par le nombre de jours à la floraison le plus élevé, soit 119 jours.
- Le groupe AB contient deux variétés Moufida, Baraka dont le NJF moyen est de l'ordre de 117,83 jours.

- Le groupe B contient uniquement la variété Narjisse avec un NJF moyen de 117 jours.
- Le groupe C contient cinq variétés (Adila,KN,MJK,KF,Lila) dont le NJF est de l'ordre 114 jours.
- Le groupe D contient Nap9, Traper ayant enregistré le NJF le plus faible 94 jours.

IV. Résultats pour les paramètres agronomiques

IV.1 Nombre de siliques par plante

A propos de nombre de siliques par plante, les résultats de l'analyse de la variance ont exprimé une différence très hautement significative pour ce caractère (p<0,001). De plus, Nous pouvons déduire que le nombre de siliques par plante varie de moins de 170 à plus de 430 siliques.

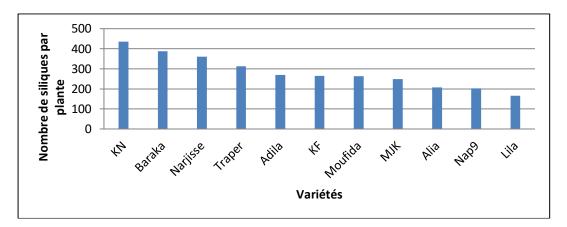


Figure 21 : Variation du nombre de silique moyen par plante entre les 11 variétés étudiées

Le nombre de siliques par plante le plus élevé a été enregistré chez la variété KN avec un nombre de 436 siliques/plante, suivie du Baraka, avec 387 siliques/plante et Narjisse avec un nombre de 360 siliques/plante, ensuite Traper avec 313 siliques/plante. La variété Lila a eu le nombre le plus faible de siliques, soit166 siliques/plante. Les autres variétés sont intermédiaires.

En effet, la chute du nombre de siliques chez certaines variétés peut être notée que les plantes ont été exposées aux différentes conditions, notamment la haute température au début de cycle, la basse température au stade végétatif. De plus, l'exposition des variétés aux fortes vitesses de vent au moment de la floraison a entrainé une chute florale, ce qui baisse la productivité de celles-ci. En outre, les chercheurs ont mentionné que sous des conditions de stress thermique, les variétés de colza sensibles à la chaleur subissaient une forte baisse du nombre de siliques [15].

Tableau 10 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de siliques par plante

Groupe homogène	Composition	Moyenne
A	KN	436
AB	Baraka	387
ABC	Narjisse	360
ABCD	Traper	313
BCDE	Adila, KF, Moufida	265
CDE	MJK	249
DE	Alia, Nap9	204
E	Lila	166

Huit groupes peuvent être ressortis:

- Le groupe A contient KN dont le nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 436 siliques.
- Le groupe AB composé uniquement de la variété Baraka avec un nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 387 siliques.
- Le groupe ABC contient une seule variété Narjisse avec un nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 360 siliques.
- Le groupe ABCD contient une seule variété Traper avec un nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 313 Siliques.
- Le groupe BCDE composé par trois variétés FK, Moufida, Adila dont le nombre de siliques moyen de l'ordre 265 siliques.
- Le groupe CDE contient une seule variété MJK dont le nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 249 siliques.
- Le groupe DE constitue de la variété Alia, Nap9 avec un nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 204 siliques.
- Le groupe E composé uniquement de la variété Lila avec un nombre moyen de siliques par plante est de l'ordre de 166 siliques.

IV.2 Nombre de graines par silique

Le nombre de graines par silique a exposé une différence très hautement significatives entre les variétés étudiées (p<0,001).Les variétés ont présenté la valeur moyenne du nombre de graines par silique de l'ordre de 25,58 graines.

En outre, la variété australienne, Nap9 a produit le nombre de graines le plus élevé, soit une valeur moyenne de 32 graines par silique, suivie des variétés Adila, KF, Baraka avec une valeur moyenne de 27, 26 et 25 graines par silique, respectivement. En revanche, les variétés Lila et Traper ont produit les nombres de graines par siliques les plus faibles, notamment Traper avec 21 graines par silique, suivie de Lila avec 22 graines par silique.

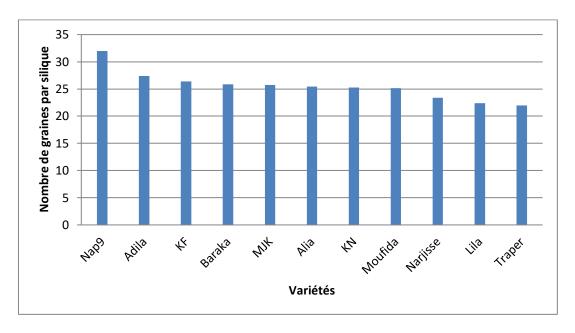


Figure 22 : Variation du nombre de graines par silique entre les 11 variétés étudiées

En effet, une étude a également rapporté qu'une élévation de la température, même de courte période a des effets néfastes sur le développement des graines [15]. D'ailleurs, les chercheurs ont montré que le nombre de graines par silique varie de 9 à 28, avec une valeur moyenne de 15 dans des conditions normales, alors que sous température élevée au stade terminal, ce caractère varie de 9 à 19 avec une valeur moyenne de 13 [15].

Tableau11: Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le nombre de graines par silique

Groupe homogène	Composition	Moyenne
A	Nap9	32
В	Adila	27,373
ВС	KF	26,373
BCD	Baraka, MJK	25,793
BCDE	Alia, KN, Moufida	25,293
CDE	Narjisse	23,4
DE	Lila	22,371
E	Traper	21,986

Huit groupes peuvent être ressortis:

- Le groupe A contient Nap9 dont le nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de 32 graines.
- Le groupe B composé uniquement de la variété Adila avec un nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de27, 373 graines.
- Le groupe BC contient une seule variété KF avec un nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de 27,373 graines.
- Le groupe BCD contient les deux variétés Baraka, MJK avec un nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de 25,793 graines.
- Le groupe BCDE composé par trois variétés KN,Moufida,Alia dont le nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de 25,293 graines.
- Le groupe CDE contient une seule variété Narjisse dont le nombre moyen de graines par silique est de l'ordre de 23,4 graines.
- Le groupe DE constitue de la variété Lila avec une valeur 22,371 graines.
- Le groupe E composé uniquement de la variété Traper avec un nombre moyen graines par silique est de l'ordre de 21,986 graines.

IV.3 Poids de mille graines

L'ensemble des variétés a exprimé une différence significative sur le poids de mille graines (p<0,05). De même, la valeur moyenne de poids de mille graines est de l'ordre de 3,943g.

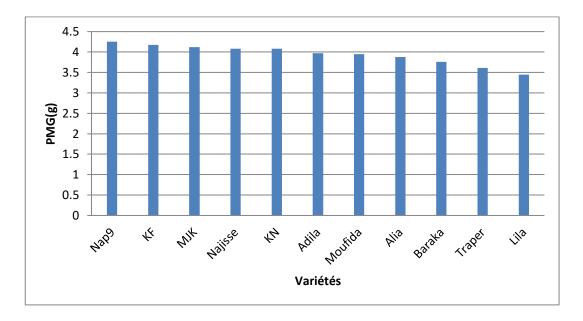


Figure 23 : Variation du poids de mille graines moyen entre les 11 variétés étudiées

Le test de comparaison de moyennes pour les 11 variétés présente que la variété Nap9 a eu le PMG le plus élevé, soit une valeur moyenne de l'ordre de 4,25g. Les variétés KF, MJK, Narjisse et KN sont également caractérisées par de grosses graines dont le PMG moyen changer entre 4,08 et 4,17g. Les variétés Adila, Moufida, Alia, Baraka et Traper ont un PMG moyen compris entre 3,61 et 3,97 g. Enfin, la variété Lila a eu les plus petites graines ayant un PMG moyen de 3,44g.

En effet, le nombre moyen à faible de siliques par plante chez les variétés Nap9, KF et MJK est compensé par PMG élevé. Ceci est cohérent avec les résultats qui ont noté que toute réduction du nombre de siliques peut compensée par une certaine augmentation du poids de mille graines.

En outre, tout comme le nombre de graines par siliques, le poids de mille graines est également affecté par le stress thermique après interruption de la photosynthèse de la plante, ce qui réduit la synthèse d'assimilation nécessaire pour remplir les graines, il en résulte un rétrécissement des graines et une perte de poids [15].

Tableau 12 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le poids de mille graines

Groupe homogène	Composition	Moyenne (g)
A	Nap9, KF et MJK	4,18
AB	Najisse, KN, Adila, Moufida,	3,90
	Alia, Baraka, Traper	
В	Lila	3,44

La comparaison des moyennes présente trois groupes homogènes (Duncan) pour ce caractère.

- Le groupe A contientNap9, KF et MJK dont le poids mille graines est de l'ordre de 4,18g.
- Le groupe AB composé de Najisse, KN, Adila, Moufida, Alia, Baraka, Traper avec un PMG moyen de l'ordre 3,90g.
- Le groupe B contient une seule variété Lila avec une valeur moyenne de PMG de l'ordre de 3,44 g.

IV.4 Rendement par plante

Le rendement par plante a révélé une différence très hautement significative entre les variétés étudiées (p<0,001). Ainsi, la valeur moyenne du rendement par plante est de l'ordre de 18,60g.

D'après les résultats révélés dans la Figure 21, le rendement par plante montre de grands changements d'une variété à une autre. En plus, la plus faible valeur a été eue chez la variété Lila, soit un rendement de 11,29g par plante, suivie de la variété Traper avec une valeur de 13, 14 g par plante.

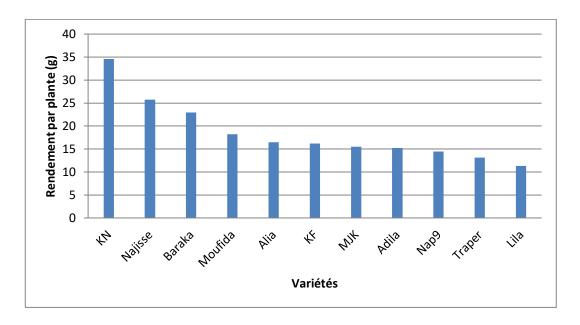


Figure 24 : Variation du rendement par plante entre les 11 variétés étudiées

D'ailleurs, le rendement par plante le plus élevé a été obtenu chez la variété KN, soit une valeur moyenne de l'ordre de 34,6 g par plante contre 25,73 g par plante pour la variété Narjisse, 22,95 g par plante pour Baraka,18,19 g par plante pour Moufida, 16,47 g par plante pour la variété Alia, qui sont des variétés inscrites au catalogue officiel.

En effet, la variété KN a présenté le potentiel de production le plus élevé, avec une faible sensibilité aux différentes conditions environnementales. Ainsi, Nap9 et Lila ont enregistré du rendement faible que Narjisse, cette rédaction du rendement peut être expliquée par le nombre réduit de siliques, surtout chez la variété Lila. Or, l'étude a rapporté que le nombre de siliques par plante est la composante la plus importante du rendement en graines du colza [7].

Tableau 13 : Composition et moyenne des groupes de variétés homogènes pour le rendement par plante

Groupe homogène	Composition	Moyenne (g)
A	KN	34,6
AB	Narjisse	25,73
ВС	Baraka	22,95
BCD	Moufida, Alia, KF,	16,31
	MJK,Adila	
CD	Nap9 et Traper	13,79
D	Lila	11,29

La comparaison des moyennes présente six groupes homogènes (Duncan) pour ce caractère.

- Le groupe A contient KN dont le rendement moyen par plante est de l'ordre de 34,6g.
- Le groupe AB composé uniquement de la variété Narjisse avec un rendement moyen par plante, soit de 25,73g.
- Le groupe BC contient une seule variété Baraka avec un rendement moyen par plante est de l'ordre de 22,95g.
- Le groupe BCD contient les variétés Moufida, Alia, KF, MJK et Adila avec un rendement moyen par plante est de l'ordre de 16,31g.
- Le groupe CD composé par deux variétés Nap9 et Traper dont le rendement moyen par plante est de l'ordre de 13,79g.
- Le groupe D contient une seule variété Lila dont le RM par plante est de l'ordre de 11,29g.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Les résultats de l'analyse de la variance des 11 variétés de colza évaluées à la station expérimentale de Douyet durant la campagne 2020/2021 ont montré que ces variétés se comportaient différemment en exprimant des variations significatives pour la majorité des paramètres étudiés.

Sur le plan morphologique, la variété marocaine 'Narjisse' s'est montrée la plus haute, avec une moyenne de l'ordre de 142,53 cm et la plus ramifiée, avec 10 branches par pied. Par contre, la variété 'Nap9' est la plus naine, ayant une hauteur moyenne de 63,33 cm.

Concernant les paramètres phénologiques, les variétés expérimentées ont exhibé des différences importantes en termes du nombre de jours à la floraison. Les variétés 'Nap9' et 'Traper' se sont avérées les plus précoces à la floraison, avec une moyenne de 94 jours entre le semis et la floraison.

D'ailleurs, les paramètres physiologiques, la variété 'MJK 'présente la température foliaire la plus basse, indiquant son potentiel à tolérer les hautes températures qui coïncident avec la floraison et la maturité. En plus, des variétés, comme Nap9 et Lila, ont eu une conductance stomatique plus élevée et pourraient donc être intéressantes dans des conditions de stress hydrique et thermique.

Pour les paramètres agronomiques, la variété 'KN' a été distinguée par le nombre de siliques et le rendement par plante les plus élevés, avec des valeurs moyennes respectives de l'ordre de 436 siliques et de 34,6g, tandis que la variété témoin 'Narjisse' et l'hybride commercial 'Traper' sont moins performants en ayant un rendement par plante moyen de 25,73get 13,14g, respectivement. La variété très précoce 'Nap9' a produit le nombre de graines par silique le plus élevé, soit une valeur moyenne de 32 graines, en comparaison avec les autres variétés dont le témoin 'Narjisse' qui a eu 23 graines par silique et la variété commerciale 'Traper' qui a eu 21 .Cependant, le rendement de la variété 'Nap9' reste très faible 14,44 g à cause principalement du faible nombre de siliques par plante 201.

A la lumière des résultats obtenus, en ce qui concerne le rendement, nous constatons que la variété la plus convenable dans ladite région est 'KN' avec un rendement par plante 34,6g.

En revanche, une année additionnelle d'expérimentation de ces variétés est très souhaitable afin de confirmer les résultats obtenus. Aussi, il est fortement recommandé d'introduire de nouvelles variétés étrangères (commerciales) très productives et précoce, d'étudier le comportement des variétés vis-à-vis de différents stress abiotiques et biotiques et de considérer d'autres paramètres de qualité de la graine, de l'huile et du tourteau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bamouh, K., Elasri, M., et Bouaziz, A., 2001: Potentialité des cultures oléagineuses hivernales, en bour et dans les périmètres irrigués. Agriculture du Maghreb.
- 2. FAO, 2019: oléagineux et produits oléagineux. P-155.
- 3. Nabloussi, A., 2013: Sélection variétale du colza au Maroc, INRA Meknès.
- **4.** https://fr.statista.com/statistiques/570405/graines-oleagineuses-production-volume-par-type-monde/.
- 5. http://www.fopoleopro.com/marche-mondial-des-oleagineux-juin-2018/
- 6. FAO, 2016: oléagineux et produits oléagineux. P- 13, 15, 24.
- **7. Nabloussi, A., 2015 :** Amélioration génétique du colza: enjeux et réalisations pour un développement durable de la filière. Meknès. P : 489-502.
- **8.** https://fr.statista.com/statistiques/565109/huiles-vegetales-consommation-mondiale-par-type-d-huile/.
- **9.** https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/colza/production-du-colza-dans-le-monde/production-mondiale-et-consommation-huile-colza/.
- **10.**http://blog.agriconomie.com/caracteristiques-du-colza/.
- 11. Joagri, M., 2018: culture de colza- Avantages économique pour les agriculteurs.
- **12.Soltner, D., 1987:** Les grandes productions végétales. p: 287-299.
- 13. Godineau, E., 2020: Zoom sur l'huile de colza.
- **14.Monnatte, S., eT Gilette, C., 2017:** Huile de colza-Composition, Utilisation, Bienfaits.
- **15.Barhou K, (2018) :** Étude du comportement de vingt génotypes de colza (Brassica napus L.) sous les conditions de la région du Sais. Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie.
- **16.Boyeldiou, J., (1991):** Produire des grains oléagineux et protéagineux. Revue CETIOM 1991. P: 25-30.

- **17.Bensid, A., (1984) :** Contribution à l'étude du phénomène d'hétérosis chez quelques hybrides F1 du colza .P : 97-98.
- **18.Lancashire**, **P. D.**, **Bleiholder**, **H.**, Boom, **T. Van Den**, **Langelüddeke**, **P.**, **Strauss. R.**, **Weber**, **E. et Witzenberger**, **A.**, **1991**: A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. P: 561-601.
- **19.Akhtar, B. 1993:** Status and potential of some oilseed crops in the WANA region. Special study report, ICARDA.
- **20.Brisson, N., et Levrault, F., 2010:** Changement climatique et culture de colza, l'essentiel des impacts, livre Vert du Projet CLIMATOR 2007-2010.
- **21.Pinochet, X., et Renard, M., 2012 :** Progrès génétique en colza et perspectives. P : 147-154.
- **22.Nabloussi, A., 2005 :** Amélioration génétique du colza (*Brassicanapus*L.), revue bibliographique et proposition d'une stratégie à adopter dans les conditions marocaines. P : 123-149.
- 23. Nabloussi, A., 1994b: Travaux de selection du colza. INRAMaroc, juin 1994. P:69-74