



PROJET DE FIN D'ETUDES

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES

"BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PHYTO-RESSOURCES "

**EVALUATION DE QUELQUES GENOTYPES DE
COLZA (*Brassica napus L*)**

Présenté par : Mlle. EL ALAMI Salma

Encadré par :

- Pr. BOUCHAMMA El -Ouazna (FST-Fès)
- Dr. NABLOUSSI Abdelghani (INRA-Meknès)

Soutenu le : 06/07/2021

Devant le jury composé de :

- Dr. Abdelghani NABLOUSSI
- Pr. El-Ouazna BOUCHAMMA
- Pr. Abderrahim LAZRAQ

Année universitaire

2020/2021

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents et ma tante, pour les peines et les sacrifices consentis pour mon éducation, pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements. Mon amour et ma profonde reconnaissance ne sauraient être exprimés en ce modeste travail. Puisse Dieu vous accorder santé et longue vie.

A ma sœur Meryem et mon frère Omar, en témoignage de mon grand amour fraternel. Que Dieu leur accorde succès et bonheur. A toute ma famille paternelle et maternelle, en témoignage de mon affection et respect.

A tous mes amis, pour les moments que nous avons passés ensemble veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude.

A tous mes professeurs, pour votre soutien et vos conseils.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mes encadrants, Pr. BOUCHAMA, enseignante à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour ses conseils, corrections et orientations au cours de son encadrement, et Dr. Nabloussi Abdelghani, chercheur à l'INRA de Meknès pour ses orientations, son suivi, sa patience et sa rigueur scientifique qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être réalisé.

Je tiens à remercier également M. El Fechtali Mohamed et les autres membres de l'Unité de Recherche d'Amélioration des Plantes du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès (CRRAMKS) qui m'ont accueillie avec considération et m'ont accordé toute l'aide et assistance qu'il faut pour m'intégrer et m'adapter au milieu et aux conditions de stage.

Je tiens aussi à remercier Pr. Lazraq qui m'a fait l'honneur d'examiner et d'évaluer mon travail.

Enfin, cette formation ne serait accomplie s'il n'y avait pas la tendresse, l'amour et la compréhension de mon entourage. Pour ce, je remercie les membres de ma famille et mes amis.

Liste des figures

Figure 1. Relations phylogéniques entre les différentes espèces de <i>Brassica napus</i>	4
Figure 2. Stades repères du colza (CETIOM 2002).....	5
Figure 3. Répartition de la production mondiale du colza (Oil world, 2004).....	9
Figure 4. Production du colza au niveau mondial (en million de tonnes).....	10
Figure 5. Composition chimique du colza en pourcentage.(GUETTA,2010).....	13
Figure 6. Localisation du site de l'essai au Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès.	1
Figure 7. Plantes de colza ensachées (INRA-CRRA-Meknès 2021).....	18
Figure 8. Appareil de mesure de la teneur en chlorophylle de model : SPAD-502 (INRA-CRRA-Meknès 2021).....	18
Figure 9. Pied à coulisse (INRA-CRRA-Meknès 2021).....	19
Figure 10. Moyennes de nombre de rameaux par plante pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS).....	23
Figure 11. Moyennes du nombre de graines par silique pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS).....	24
Figure 12. Moyenne de la teneur en chlorophylle pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS).....	26

Liste des tableaux

Tableau 1: Quantités d'éléments fertilisants pour 35q/ha (NB : les besoins correspondent à la quantité prélevée par la plante au cours de son cycle, les exportations représentent les quantités contenues dans les graines à leur récolte) (CETIOM 2002).8
Tableau 2. Evolution des superficies récoltées, rendements réalisés et productions obtenues de la culture de colza au Maroc11
Tableau 3. Classement des génotypes étudiés (Test de Duncan) pour le nombre moyen de jours à la floraison22
Tableau 4. Moyenne de la longueur des siliques pour chaque variété du colza étudiée (Selon les résultats du logiciel SAS).....25
Tableau 5. Moyenne de la résistance à la déhiscence pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS).27

Liste des abréviations

CETIOM : Centre Technique des Oléagineux Métropolitain

INA-PG : Institut National Agronomique Paris-Grignon

CRRA : Centre Régional de la Recherche Agronomique

njf : nombre de jours à la floraison

nrp : nombre de rameaux par plante

ngs : nombre de graine par silique

tc : teneur en chlorophylle

rd : résistance à la déhiscence

ls : longueur des siliques

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Partie I : Revue bibliographique

I. Généralités sur colza	3
I.1. Généralités botaniques et biologiques :.....	3
I.2 Origine de l'espèce :.....	3
I.3. Cycle de développement et de croissance :	4
I.4. Physiologie de développement et composantes du rendement:	6
I.4.1 Physiologie de développement :.....	6
I.4.2 les composantes de rendement :.....	6
I.5. Exigences du Colza :	7
I.5.1. Température :	7
II. Intérêt et importance de la culture du colza :	9
II.1. Importance au niveau mondial :.....	9
II.2. Importance au niveau national :.....	10
II.3 Intérêt et utilisation :.....	11
III. Amélioration génétique du colza :	12
III.1. Origine génétique du colza :	12
III.2. Objectifs de sélection :	13
III.2.1. Sélection pour la composition et la qualité d'huile :.....	13
III.2.2. Sélection pour la composition en acide gras :.....	14
III.2.3. . Sélection pour l'adaptation à l'environnement :.....	15
III.2.4. Sélection pour le rendement :.....	15

Partie II: Matériels et méthodes

I. Site d'étude :.....	17
II. Matériel végétal :.....	17
III. Mesures et observations :	18
II.1. Paramètres physiologiques :.....	18
II.1.1 Mesure de la teneur en chlorophylle :	18

II.2. Paramètres morphologiques :	19
II.2.1. Hauteur de la plante :	19
II.2.2. Nombre de ramifications :	19
II.2.3. Diamètre au collet :	19
II.2.4. Résistance à la déhiscence:	19
II.3. Paramètres agronomiques :	19
II.3.1. Longueur de siliques :	19
II.3.2. Nombre de siliques par plante :	19
II.3.3. Nombre de graines par silique :	19
II.4. Analyse statistique	20

Partie III: Résultats et discussions

I. Résultats :	22
I.1. Nombre de jours à la floraison :	22
I.2. Nombre de rameaux par plante :	23
I.3. Nombre de graines par silique :	23
I.4. Longueur des siliques :	24
I.5. Teneur en chlorophylle :	25
I.6. Résistance à la déhiscence :	26
Conclusion générale.....	27

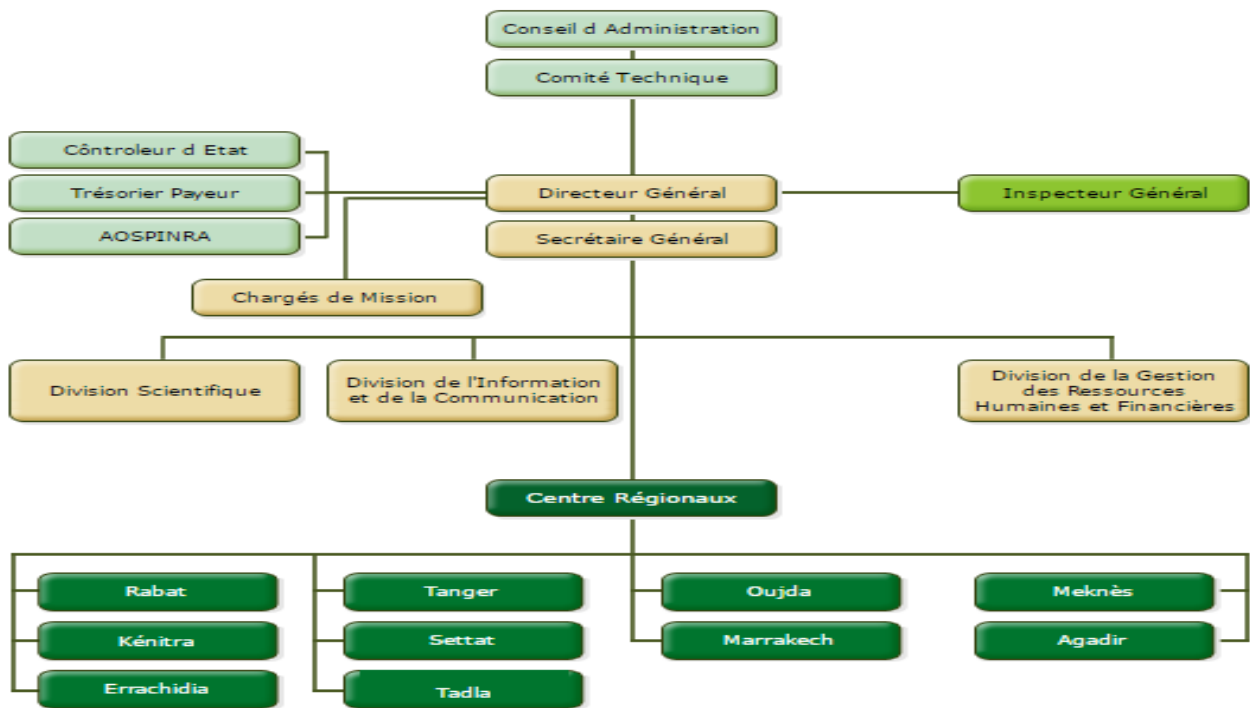
Présentation de l'Institut National de la Recherche Agronomique

Il s'agit d'une institution de recherche agricole. C'est un établissement public, sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et la Pêche Maritime, des Eaux et Forêts et du Développement Rural. Il comprend des laboratoires de recherche et des stations expérimentales réparties à travers tout le pays (Nabloussi, 2015).

1. Missions & objectifs

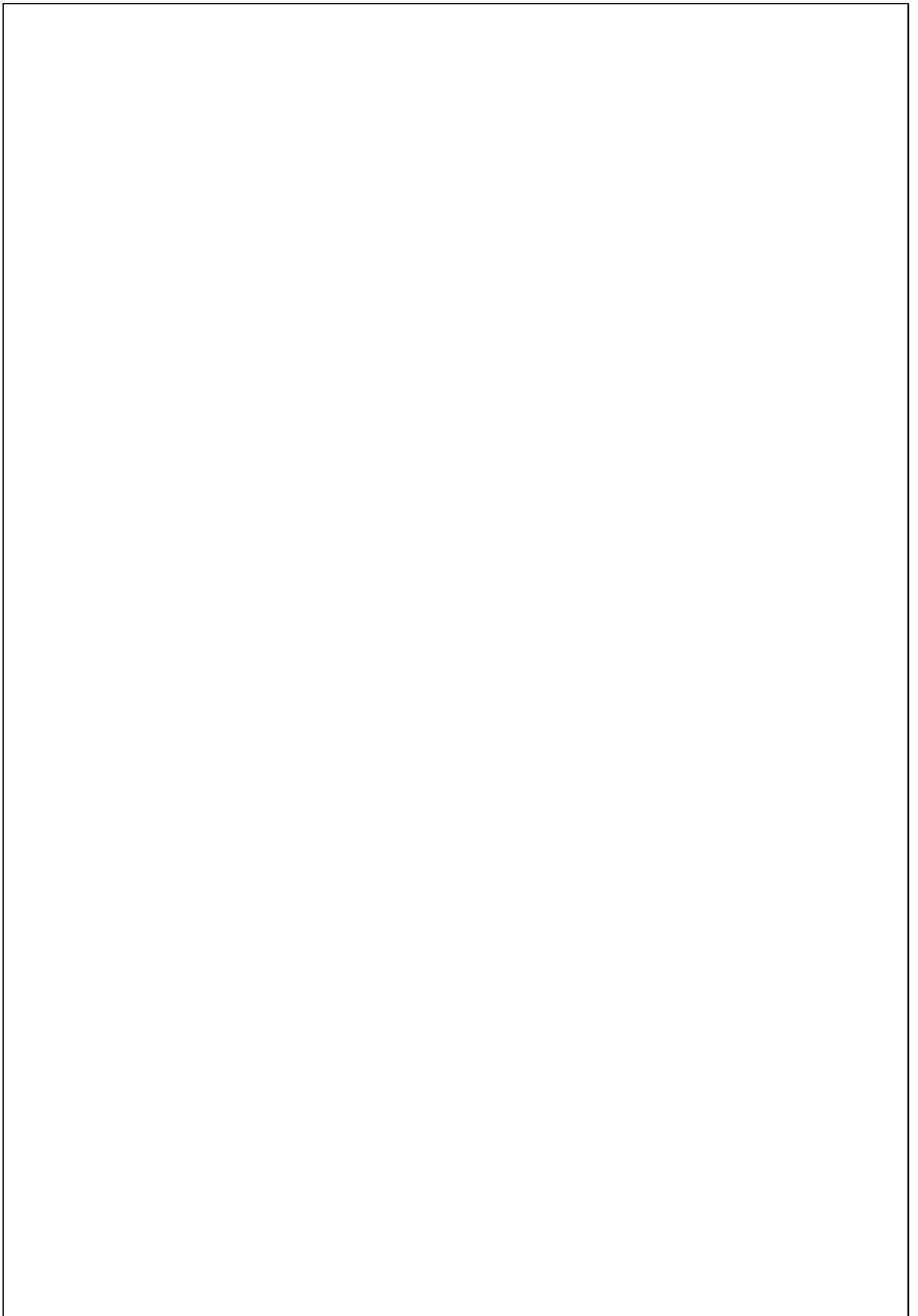
- Procéder aux recherches scientifiques et techniques ayant pour objet le développement de l'agriculture et de l'élevage
- Effectuer les études prospectives, en particulier celles qui portent sur le milieu naturel ou qui ont trait à l'amélioration des productions végétales ou animales
- Entreprendre, soit de sa propre initiative, soit à la demande des particuliers, des essais sur la culture à améliorer ainsi que sur la production animale et, d'une façon générale, de mener toutes les actions expérimentales à caractères agricoles ou celles concernant la mise au point de procédés de transformation et d'utilisation des produits végétaux et animaux
- Assurer, dans le cadre de ses compétences, le contrôle des recherches, études ou travaux effectués par le compte des personnes publiques
- Etudier et déterminer scientifiquement les modalités pratiques de l'application des résultats de ses recherches et, dans ce cadre, de conseiller les organismes de vulgarisation agricole et les agriculteurs
- Commercialiser les résultats de ses recherches, études et travaux.

2. ORGANIGRAMME



3. Centres Régionaux :





INTRODUCTION GENERALE

La filière oléagineuse du Maroc occupe une position stratégique dans l'économie nationale. En effet, le secteur a bénéficié de nombreux investissements publics et privés, notamment dans l'oléiculture, qui ont favorisé le développement de la production locale d'huile végétale couvrant près de 20% des besoins globaux du pays.

Le colza (*Brassica napus L.*) est une culture oléagineuse très répandue dans le monde, en particulier dans les régions à climat tempéré relativement froid (colza en hiver) et les régions à climat méditerranéen relativement chaud (colza au printemps). Il est principalement utilisé pour extraire l'huile de ses graines à des fins alimentaires et industrielles.

Selon des rapports, cette espèce est cultivée en Inde depuis longtemps et a été introduite en Chine et au Japon avant et après Jésus-Christ. En revanche, la culture ne s'est développée en Europe qu'aux alentours du XIIIe siècle (Hougen et Stefansson, 1982). Au Maroc, l'introduction du colza n'a été réalisée qu'en 1981 pour constituer la deuxième alternative après le tournesol, qui vise à répondre à la demande du pays en huiles alimentaires de table (NABLOUSSI, 1994a).

En raison des progrès continus de la recherche agronomique et génétique, la culture du colza est encore particulièrement avancée. L'intérêt croissant des agriculteurs pour cette culture et le dynamisme des travaux de recherche à travers le monde ont permis à cette plante de s'adapter aux enjeux et besoins de l'agriculture du 21ème siècle : une culture rentable dans le cadre d'une agriculture raisonnée et durable.

La variabilité génétique du colza cultivé est assez limitée, il est donc nécessaire d'étendre la variabilité génétique existante pour l'amélioration variétale. L'hybridation intra et interspécifique sont des outils utiles pour élargir la variabilité génétique à utiliser et exploiter dans le programme d'amélioration et de sélection de cette culture.

D'où L'objectif assigné à cette étude, de faire une analyse comparative entre quelques populations de colza de la génération F2 dérivées de croisements entre certaines variétés et ces mêmes variétés qui constituent les parents de ces populations, en se basant sur des paramètres morphologiques, physiologiques et agronomiques.

Revue bibliographique

I. Généralités sur colza

I.1. Généralités botaniques et biologiques :

Le Colza (*Brassica napus*) est une plante oléagineuse qui appartient à la classe des dicotylédones et de la famille des *Brassicaceae* (crucifère). C'est une plante herbacée annuelle, pouvant mesurer plus deux mètres d'hauteur, et peut donner après la récolte 8 à 12 tonnes de matière sèche et laisser un sol propre (CETIOM ,2013)

Le colza a un système racinaire pivotant et fortement ramifié, pouvant pénétrer même dans les sols lourds. Les racines secondaires sont nombreuses et développées (VALBIOM, 2006), ce qui permet d'améliorer la structure des sols et mobiliser les quantités importantes d'azote (CETIOM, 2013). Les feuilles sont glabres, celles inférieures sont pétiolées et découpées, alors que les supérieures sont lancéolées et entières. Les fleurs sont disposées en grappes ; les boutons à la base de l'inflorescence s'épanouissent les premiers. Elles ont une couleur jaune pouvant aller du très clair à très foncé selon la variété (BOUAMANE, 2011).

Les fruits du colza sont sous forme de siliques qui contiennent, de petites graines exalbuminées à cotylédons jaune foncé, riche en huile (BOUAMANE, 2011).

I.2 Origine de l'espèce :

Le colza est une plante issue du croisement naturel entre le chou (*Brassica oleracea*) et la navette (*Brassica rapa*). Le croisement peut se produire dans le milieu naturel, il peut également se produire autour du bassin méditerranéen, ou il peut se produire dans les potagers plantés côte à côte, les choux de consommation humaine et les navettes qui produisent de l'huile d'éclairage (BENDANA, 2008).

De plus, la forme végétale du colza a été cultivée en Inde en 1500 AJ, et cultivée en Chine pendant 1000 ans, puis le colza a été promu en Europe. Cela indique que le colza cultivé est originaire de la Méditerranée ou de l'Europe du Nord (BOUAMANE, 2011).

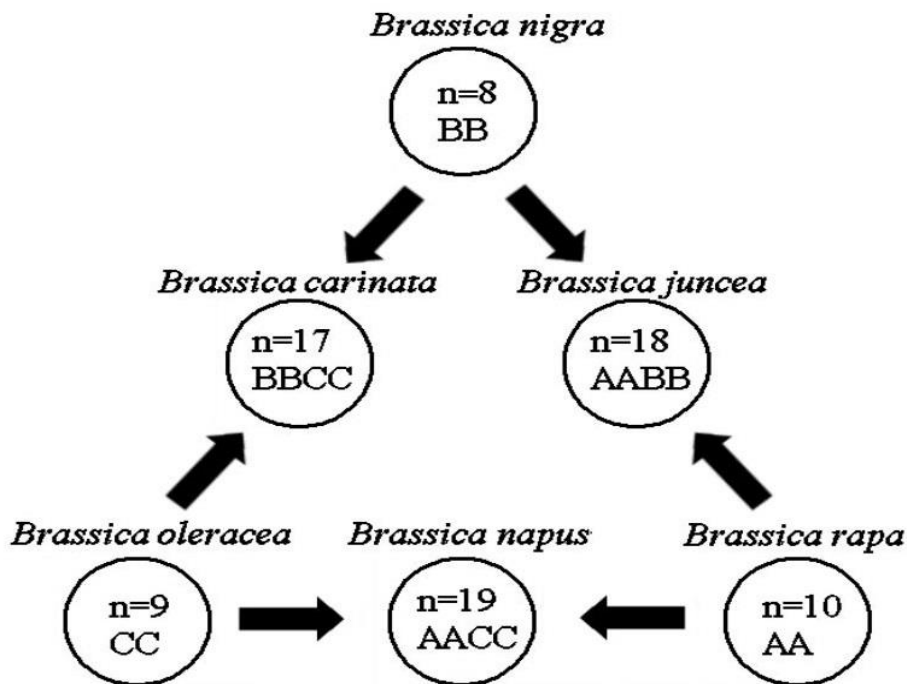


Figure 1. Relations phylogéniques entre les différentes espèces de *Brassica napus*

I.3. Cycle de développement et de croissance :

I.3.1. Phase végétative :

Pour planter en automne, le colza d'hiver étale d'abord ses deux cotylédons au sol (l'épiderme germe), puis développe une vingtaine de feuilles pour former une rosette avant le début de l'hiver. Au début de l'hiver, les tiges des plantes mesurent 2 à 3 cm, voire 10 à 20 cm, selon les conditions écologiques ou variétales. Au fur et à mesure que les rosettes foliaires se forment, le système racinaire se développe en un pivot, où la plante accumule des réserves, qui seront utilisées lors de l'ascension, de la ramification et de la maturité de la tige. (INA PG – Département AGER – 2003).

I.3.2 Phase reproductrice

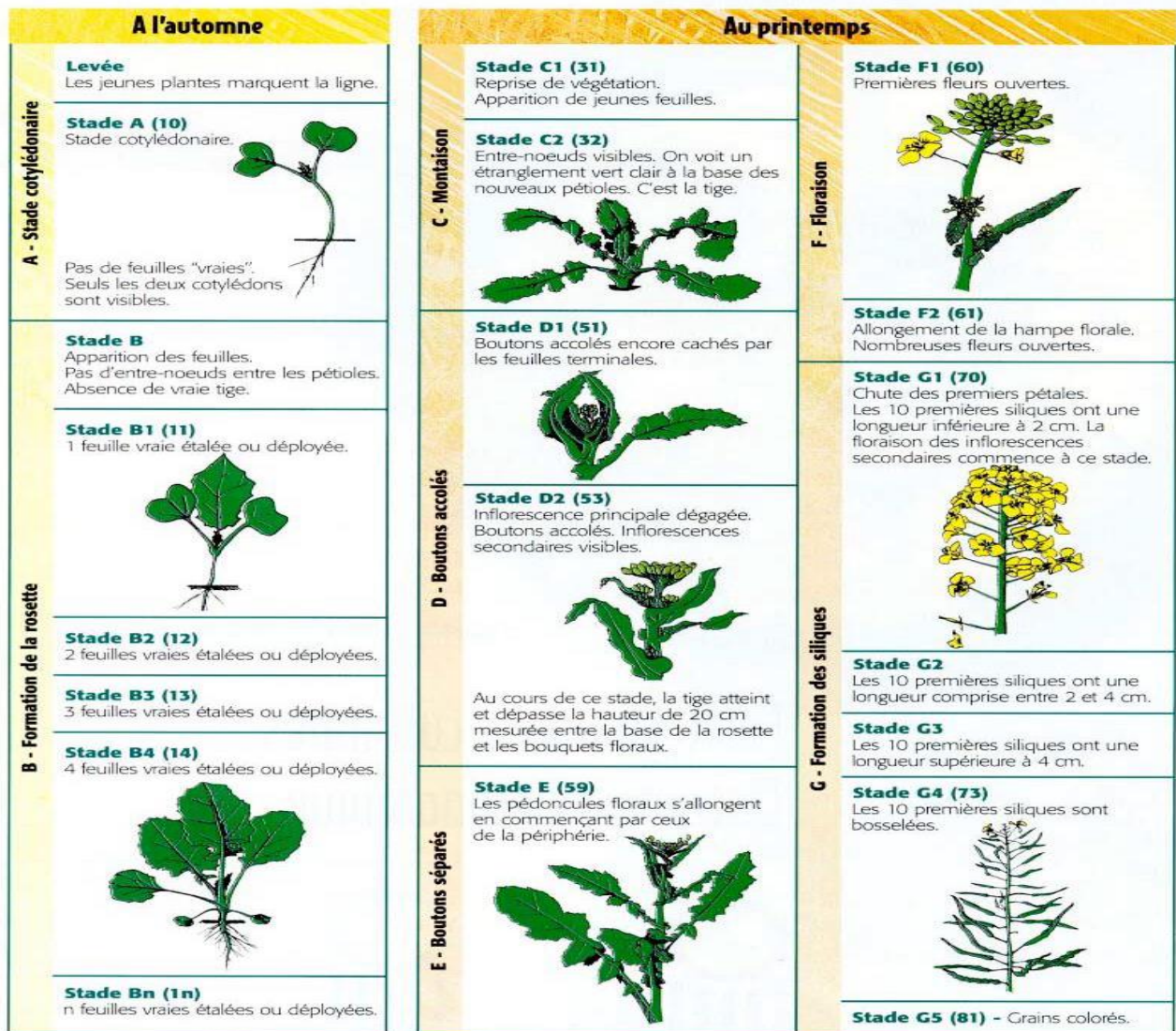
L'ascension commence à la fin de l'hiver : l'inflorescence commence à apparaître au sommet de la tige, tandis que les entre-nœuds supérieurs commencent à s'allonger. La floraison commence bien avant que la tige n'atteigne sa taille finale ; les branches de la tige continuent de se produire à mesure qu'elles s'élèvent et fleurissent. Très échelonnée, la

floraison dure 4 à 6 semaines au niveau de la plante ; elle est majoritairement auto-mariée (70% en moyenne). (INA PG – Département AGER – 2003)

1.3.3. Phase de maturation :

La formation du fruit est très rapide. La maturité des graines est obtenue 6-7 semaines après la fécondation. A maturité, la moindre vibration provoquera la fission des siliques et la chute des graines. (INA P-G – Département AGER – 2003)

Un stade est atteint lorsque 50 % des plantes sont à ce stade.



() Echelle BBCH

Dessins : A. Gravaud

Figure 2. Stades repères du colza (CETIOM 2002)

I.4. Physiologie de développement et composantes du rendement:

I.4.1 Physiologie de développement :

Chez le colza, deux types principaux se distinguent (INA-PG, 2003) :

*Le type Hiver : à phase rosette longue, qui demande pour accomplir son cycle végétatif une période hivernale de vernalisation (< 10°C pendant au moins 40 jours), puis une photopériode longue ; il possède certaine résistance au froid.

*Le type Printemps : à phase rosette très courte, qui ne nécessite aucune phase de vernalisation, mais requiert des jours longs. Il est sensible au froid.

A l'automne, les organes racinaires (pivot + racine) représentent 50% de la biomasse totale.

Lors de la phase printanière, l'accumulation de la matière sèche est essentiellement le fait de l'accroissement des tiges et des ramifications, ceci jusqu'au stade G4 (formation de siliques) (Figure 3). Au-delà, seules les siliques concourent à l'augmentation de la matière sèche. (INA-PG, 2003).

I.4.2 les composantes de rendement :

D'après BOUAMANE (2011), on peut définir le rendement comme étant le rendement biologique (biomasse totale) et le rendement économique (la partie économique utile de la plante). Le rendement biologique est la résultante du taux de croissance et de la durée de la période végétative.

MOREAU(2005), a rapporté que les quatre composantes du rendement sont :

- ❖ Le nombre de pieds à l'hectare ;
- ❖ Le nombre moyen de siliques par plante ;
- ❖ Le nombre moyen de graine par silique ;
- ❖ Le poids moyen de mille grains.

Pour ces composantes, aucune valeur n'est fixe. Selon les années, elles varient énormément. De plus, il existe de nombreuses compensations possibles entre les différentes composantes de rendement (MOREAU, 2005).

BOUAMANE (2011) a signalé que le nombre de plantes est déterminé entre la levée et la sortie de l'hiver. Le nombre de siliques et le nombre de graines par silique se chevauchent et prennent lieu depuis le stade de la floraison (F1). Alors que le remplissage des grains en huile commence à environ 4 semaines après le stade F1 et continue jusqu'à maturité du colza.

I.5. Exigences du Colza :

I.5.1. Température :

La température est un facteur majeur de variation de la production en raison des risques de gelées hivernales et printanières, et de l'étalement de la floraison auquel les sommes de températures correspondantes conduisent certaines années aux risques d'égrenage des siliques les plus précoces (INA-PG, 2003). Néanmoins dans les plaines de Maroc, la température ne présente pas un facteur limitant pour la culture de colza qui a une courte période de végétation. Cependant les changements brusques lui sont néfastes, notamment le chergui (BOUAMANE, 2011).

Le colza préfère les climats frais, avec une température minimale d'environ 0°C. La graine germe et les semis émergents à une température du sol entre 5 et 10°C maximum. Les semis tolèrent le gel et peuvent survivre dans des températures basses, mais pas en-deçà de -4°C. La température idéale pour la croissance se situe entre 12°C et 30°C. La température optimale pour une croissance et un développement maximaux est d'environ 21°C (YARA, 2021)

I.5.2. Eau :

L'alimentation en eau peut également limiter fortement le rendement du colza d'hiver. En premier lieu, un manque d'eau peut affecter la régularité de la levée, surtout dans les régions méridionales, pouvant même nécessiter le retournement de la culture; par ailleurs on observe souvent des périodes sèches en préfloraison, qui conduisent à des échouages. La fin de la floraison et la période du remplissage des siliques se déroulent durant des périodes de déficit hydrique important, provoquant une chute du poids de 1000 graines. Des irrigations peuvent alors se justifier et conduire à des gains de rendement significatifs.

En revanche, une trop grande pluviosité au moment de la fécondation et de la maturation est défavorable : risques de ramification abondante (floraison trop prolongée), de non-visite des fleurs par les insectes.

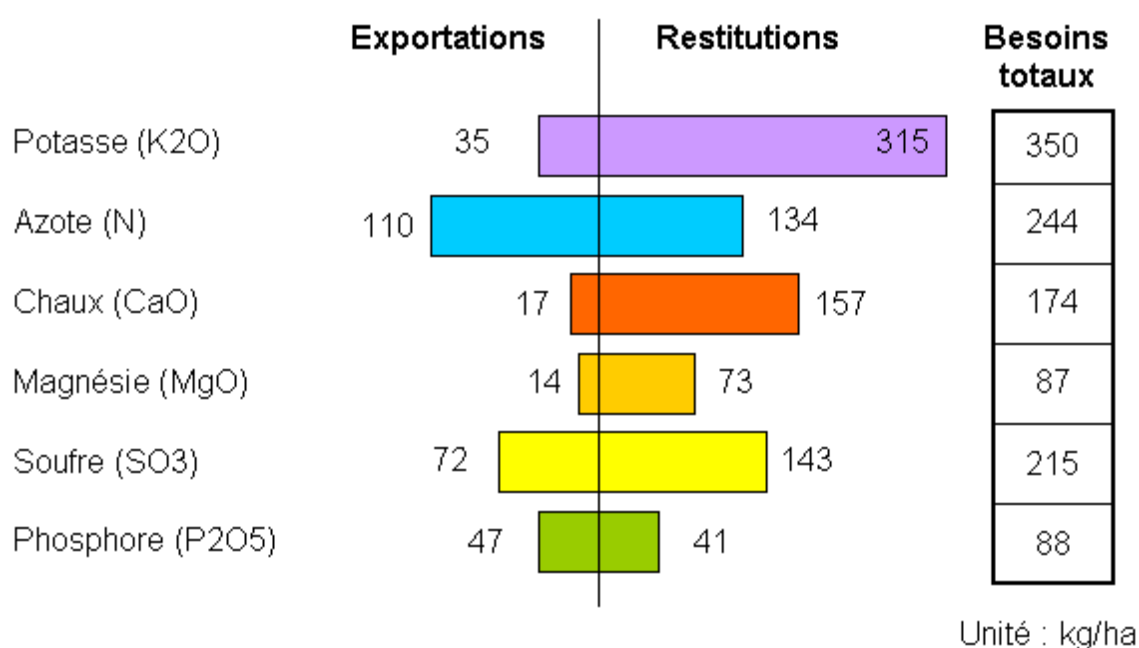
1.5.4.L'Alimentation minérale :

Le besoin en azote représente 20 à 25% des besoins totaux pendant la période du semis au repos hivernal. Le colza est grand consommateur d'azote à partir de la reprise de la végétation : en un temps très court (montée), 50 à 70% des besoins doivent être satisfaits.

L'azote joue un rôle essentiel sur la croissance, l'indice foliaire, le nombre de ramifications, le nombre de siliques et finalement le nombre de graines, composante la plus importante du rendement. Mais on note aussi une corrélation négative entre teneur en huile et en azote qui conduit à une diminution de la production d'huile en cas de forte fertilisation azotée (INA P-G – Département AGER – 2003).

Les quantités globales d'éléments minéraux dont le colza a besoin (pour un rendement de 35 q/ha), ainsi que les restitutions à la récolte, sont présentées au tableau 1.

Tableau 1: Quantités d'éléments fertilisants pour 35q/ha (NB : les besoins correspondent à la quantité prélevée par la plante au cours de son cycle, les exportations représentent les quantités contenues dans les graines à leur récolte) (CETIOM 2002).



II. Intérêt et importance de la culture du colza :

II.1.Importance au niveau mondial :

La demande mondiale en colza et son huile ont pris de l'ampleur durant le 20^{ème} siècle. L'amélioration des techniques culturales, des procédés de transformation et des variétés sont autant des facteurs parmi d'autres qui expliquent l'accroissement de la production du colza et de son huile (BOUAMANE, 2011)

Dans le même sens VISRIVE (2010) a signalé que l'augmentation de la consommation du colza est due, d'une part à son profil riche en acide gras polyinsaturé, qui est idéal par rapport à nos besoins. D'autre part le progrès génétique a permis de sélectionner et mettre au point un colza riche en acide oléique et à teneur faible en acide linoléique.

Cette importance est expliquée aussi par l'augmentation des superficies de plantation en Chine, au Canada, en Inde et en Union européenne. On assiste aussi à une augmentation de la capacité de trituration dans l'EU (MATALLAH, 2006).

La superficie emblavée par le colza est de l'ordre de 30,31 millions ha, alors que le rendement moyen est de l'ordre de 1,90 t /ha (NABLOUSSI ,2012).

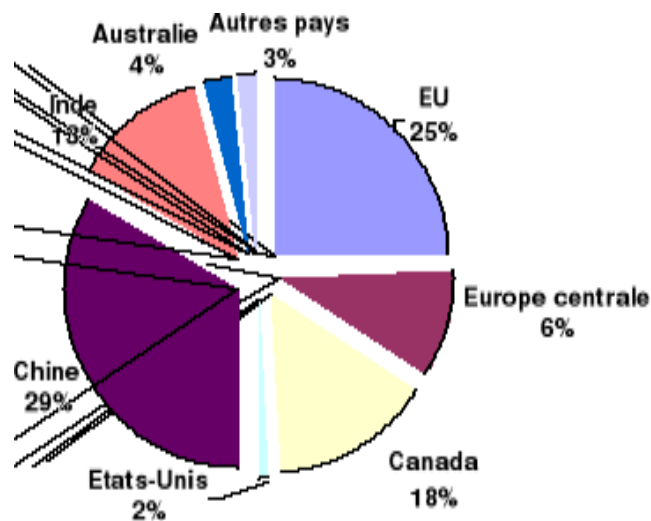


Figure 3. Répartition de la production mondiale du colza (Oil world, 2004)

Selon NABLOUSSI (2012), à l'échelle mondiale la production des huiles végétales s'estiment à 126 millions tonnes dont 56% environ assurés par trois espèces, le soja, le palme, et le colza. Le colza approvisionne le monde par environ 14% des huiles comestibles, en troisième position après les deux autres espèces, avec 26% et 18% respectivement.

Le colza est cultivé en grande échelle en Chine et en Inde, ainsi qu'au Canada et l'Europe du nord : la production de son huile a augmenté surtout dans les pays en développement et elle

a passé de millions de tonnes au début des années 60 à plus de 22 millions actuellement (FRIDT et SNOWDON, 2007).

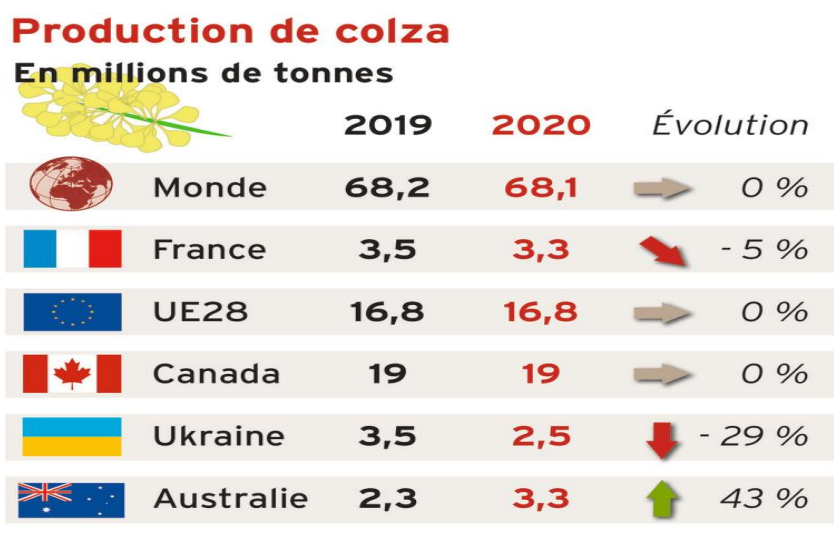


Figure 4. Production du colza au niveau mondial (en million de tonnes)

II.2. Importance au niveau national :

Le Maroc connaît un manque très important (80%) en huiles végétales. Les besoins annuels du pays en huiles alimentaire sont de l'ordre de 350 000 tonnes et seuls 20% sont couverts par la production nationale, dont 10% par l'huile d'olive et le reste par les graines oléagineuses, principalement le tournesol. (BAMOUEH, 2001)

Les besoins de notre pays en huiles alimentaires sont couverts en grande partie par les importations importantes de graines oléagineuses, et surtout d'huile brute (NABLOUSSI, 2005). Ces importations engendrent une dépense annuelle en devise d'environ 200 millions de Dollars, dont 30% en graines oléagineuses et 70% pour les huiles végétales (BAMOUEH, 2001).

Cependant le Maroc dispose de grandes potentialités en cultures oléagineuses pour réduire ce déficit, principalement la culture du tournesol et du colza. La zone de culture du colza est de Bour favorable, surtout au niveau du Sais, du Gharb et du Loukous. La superficie potentielle qui peut être destinée à la production de cette culture oléagineuse est de 255 000 ha (NABLOUSSI, 2012).

Les facteurs principaux qui expliquent la chute des superficies consacrées à la culture sont la chute du prix du colza dans les années 90 par rapport à celui des cultures concurrentes dont notamment le blé tendre et aussi l'incertitude des producteurs quant à l'écoulement de la production (BOUAMANE, 2011). NABLOUSSI (2005) a précisé que aussi le matériel génétique peu diversifié et la gamme de variétés limitée et peu adaptée sachant que tous les cultivars utilisés dans les zones de culture du colza sont introduits de l'étranger.

Le facteur majeur qui a poussé les agriculteurs à abandonner la culture du colza est l'absence du soutien de l'Etat consacré au tournesol (pas de bourses de prix à la production, ni garantie des débouchés) (NABLOUSSI, 2013).

Le tableau suivant présente l'évolution des superficies récoltées, des rendements réalisés et productions obtenus de la culture de colza au Maroc.

Tableau 2. Evolution des superficies récoltées, rendements réalisés et productions obtenues de la culture de colza au Maroc

Année	Superficie en ha	Rendement en q/ha	Production en tonnes
1982	193	5	101
1983	329	3	104
1984	523	3	183
1985	715	4	270
1986	1115	7	813
1987	553	14	770
1988	400	11	430
1989	160	11	1700
1990	3100	13	4000
1991	880	12	1020
1992	1450	7	950
1993	1430	8	1100
1994	1810	11	1960
1995	0	0	0
1996	580	19	1100
1997	600	11	670
1998	842	13	1237
1999	300	6	180
2000	88	6	88
2001	360	8	290
Moyenne	843	10	848

Source : ex-DPV, Ministère de L'Agriculture (2002)

II.3 Intérêt et utilisation :

Le colza présente de nombreux atouts agronomiques et est désormais considéré comme une culture équilibrée et durable. (BOUAMANE, 2011).

Cette culture permet d'alterner les cultures à l'exploitation, tout comme les protéagineux et autres oléagineux : elle rompt le cycle des ravageurs et des maladies, favorise le désherbage en rotation des cultures, et contribue au maintien de la biodiversité. En rotation des cultures, le colza est une bonne tête de culture. Il favorise la plantation ultérieure de blé, augmentant ainsi le rendement des céréales (BASF, 2013).

Le colza a de nombreuses utilisations. Pour la consommation humaine, elle est consommée sous forme d'huile pure ou d'un mélange, et est appréciée dans l'alimentation humaine pour sa qualité diététique, notamment sa composition en acides gras très bénéfique. Comparée à 92 % d'acides gras insaturés, l'huile de colza ne contient que 8 % d'acides gras saturés (BASF, 2013).

Le colza est également utilisé dans l'alimentation animale car il est composé de 40 à 42 % d'huile et d'environ 56 % de tourteau (un sous-produit de l'extraction de l'huile). Ce composé riche en protéines (35%) est utilisé pour nourrir les animaux d'élevage (BASF, 2013).

L'huile de colza a l'avantage d'être biodégradable, ce qui explique le développement important de ses points de vente non alimentaires au cours des deux dernières décennies. La première de ces exportations est le Diester, un biocarburant destiné à remplacer le diesel dans les moteurs diesel. Il est également utilisé dans les industries des biolubrifiants et des solvants, en substitution de produits d'origine fossile, et pour d'autres usages (revêtements cosmétiques, additifs plastiques, etc.) (BASF, 2013)

Selon BOUAMANE (2011), l'huile de colza a également de nombreuses applications industrielles, par exemple, comme adjuvant pour les applications herbicides, comme agent anti-poussière et lubrifiant dans les greniers.

Les feuilles du colza aussi sont comestibles, à l'instar de celles du chou vert frisé (qui appartient au même genre (*Brassica*). Certaines variétés sont vendues comme légumes vert, principalement dans les épiceries asiatiques. (BASF, 2013).

III. Amélioration génétique du colza :

III.1. Origine génétique du colza :

D'après EURL (2013), l'origine de cette plante est issue d'un croisement naturel entre les choux (*Brassica oleracea*) et la navette (*Brassica rapa*). Ces relations ont été confirmées par l'étude de marqueurs protéiques ou de l'ADN chloroplastique. Le chou étant originaire des zones maritimes de l'Europe occidentale à l'Asie orientale, il en résulte que l'origine du colza pourrait être soit le Sud -Ouest de l'Europe soit l'Asie orientale (MORICE, 1963). Aucune forme sauvage de *B. napus* n'est connue. Cela laisse supposer que l'espèce n'aurait pu apparaître que relativement récemment quand les deux espèces parentales commençaient à être cultivées en proximité géographique (FRIEDT et SNOWDON, 2009).

Plusieurs chercheurs ont pu créer des colza synthétiques, soit par des croisements chou (CC) navettes (AA) avec dédoublement des chromosomes, soit à partir de croisement direct entre une navette tétraploïde (AAAA) et un chou tétraploïde (CCCC) (NABLOUSSI, 2005).

III.2. Objectifs de sélection :

La contribution de la sélection a été primordiale pour améliorer et sécuriser le rendement du colza et maintenir son attrait pour les agriculteurs. La sélection du colza se caractérise également par un effort important d'amélioration de la qualité de la graine, teneur en différents acides gras et qualité des protéines pour le tourteau, ainsi que des nouveaux objectifs de sélection, comme l'adaptation des variétés de colza à des milieux plus contraignants, ceci afin de pouvoir faire face à l'extension des surfaces cultivées (GNIS,2007).

La sélection consiste aussi à améliorer la productivité et assurer son expression. Les principaux facteurs de la régularité du rendement sont les résistances aux parasites et aux contraintes d'environnement (NABLOUSSI, 2005).

Le produit le plus connu du colza est évidemment l'huile. L'extrait de ses graines constitue les principales matières grasses d'origine végétale, consommées dans le monde. En outre, une fois extraite il en résulte des résidus qui sont les tourteaux connaissant un regain d'intérêt, notamment pour l'alimentation des animaux monogastriques, grâce à l'amélioration de leur qualité et leur richesse en protéine (GUETTA, 2010).

III.2.1.Sélection pour la composition et la qualité d'huile :

En général le colza contient environ 36 à 54% d'huile et une quantité de protéines qui est égale à 30%. L'huile du colza est formée des acide saturés e insaturés (GUETTA, 2010) .

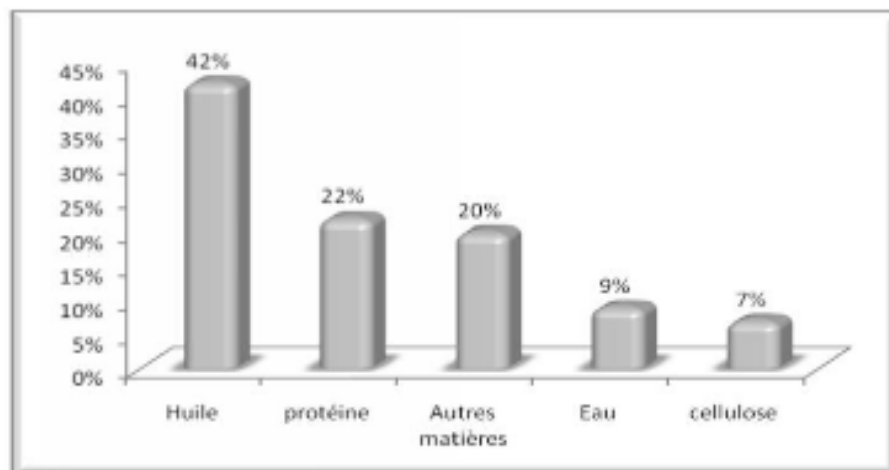


Figure 5. Composition chimique du colza en pourcentage.(GUETTA,2010)

L'augmentation de la teneur en huile des graines et l'amélioration de sa qualité sont les critères de sélection les plus importants. Toutefois, la teneur en huile est un caractère quantitatif complexe qui est liée avec d'autres critères de stockage et de la structure des graines, et influencé par le développement des semences et des conditions environnementales (ABBADiet GUNHILD, 2011) .

Antérieurement, les deux problèmes majeurs qu'a connus la culture du colza sont le problème d'acide érucique dans l'huile avec les graves soupçons que l'on fit peser sur la qualité de cette dernière et le problème de la présence, dans les tourteaux, des glucosinolates qui sont des variétés sans acide érucique et à très teneur en glucosinolates (variétés 00) (NABLOUSSI, 2005).

Selon ABBADI et GUNHILD (2011), le développement du flux de métabolites dans et entre les différents tissus de la graine (endosperme et de l'embryon) ainsi qu'entre les différents compartiments cellulaires (cytoplasme, les plastides et mitochondries) sont considérés comme des déterminants génétiques de la teneur en huile dans la graine. Les gènes candidats pour le contrôle de la teneur en huile des graines de colza peuvent être impliqués dans la régulation de la transcription ou directement dans le métabolisme primaire et le contrôle de flux ou de la capacité de recyclage de CO₂ ou de l'utilisation de l'oxygène dans la cellule.

ABBADI et GUNHILD (2011) ont trouvé dans leur étude sur Arabidopsis que l'endosperme contrôle la taille des semences. Des données moléculaires correspondantes ont également été signalées, ce qui a montré que l'endosperme est impliqué dans l'expression des gènes liés à la formation de lipides et les métabolismes du sucre, des acides aminés et des acides organiques, et l'acquisition et le stockage minéral. Des études récentes ont montré l'implication de différents transporteurs métabolites localisés dans l'endosperme dans le processus de dépôt d'huile pendant le développement embryonnaire. Il a également été récemment montré que le métabolisme des lipides de stockage et de répartition est régi en partie par l'endosperme.

III.2.2. Sélection pour la composition en acide gras :

La valeur et la pertinence de l'huile de colza pour les aspects à la fois nutritionnels et fonctionnels sont déterminées par son profil en acide gras. Les succès du développement colza-00 ou canola dans les années 70 ont également ouvert des perspectives quasi illimitées dans les marchés de l'alimentation humaine et animale dans le monde entier (ABBADI et GUNHILD, 2011).

Cette diminution de la teneur en acide érucique doit être accompagnée par l'augmentation du niveau de l'acide linoléique, acide gras essentiel dans l'alimentation humaine, et la teneur en acide palmique (utilisation en margarine), et en même temps par la diminution de la teneur d'acide linoléique (NABLOUSSI, 2005).

ABBADI et GUNHILD (2011) ont ajouté que la sélection des génotypes avec une meilleure composition en acide gras C18 devient l'objectif principal des différents programmes d'amélioration génétique. Le développement de "HO" (High oleic) et "Hollis" oléagineux cultivars de colza avec une teneur élevée en acide oléique (18 :3) dans l'huile de graines, respectivement, est un objectif important de sélection. L'huile avec de telles qualités est recherchée par l'industrie oléo-chimique et alimentaire, car elle offre une meilleure stabilité et une plus grande résistance à l'oxydation.

III.2.3. . Sélection pour l'adaptation à l'environnement :

NABLOUSSI (2005) a rapporté que les facteurs de régularité du rendement sont : la résistance aux parasites et l'adaptation au milieu. Plusieurs études ont été menées pour choisir les génotypes tolérants aux parasites et aux insectes, ces derniers présentent une menace pour la culture du colza à cause de la durée de son cycle cultural et de l'accoissement des surfaces.

Du cote des maladies , l'amélioration variétale du colza pour la tolérance au phoma est très importante. Mais avec un pathogène qui ne cesse de s'adapter et d'évoluer , les recherches continuent pour le contrer génétiquement. Contre le sclérotinia , tout reste à faire en revanche en matière de génétique . Des projet de recherche ont démarré pour proposer des variétés intégrant le caractère de tolérance à cette maladie . (Reussir,2013) .

La résistance à la sécheresse et à la verse est aussi recherchée chez le colza . Les chercheurs ont développé des variétés à hauteur moyenne ou réduite pour lutter contre verse .

Concernant la sécheresse et à la verse est aussi recherchéé chez le colza . Les chercheurs ont développé des variétés à hauteur moyenne ou réduite pour lutter contr la verse . Concernant la sécheresse , il existe une grande variabilité intraspécifique pour les réactions d'adaptation de la plante à la séhresse , et dans ce cas on observe une rhizogénèse différente chez les plantules résistantes (NABLOUSSI,2005).

III.2.4. Sélection pour le rendement :

Selon ABBADI et GUNHID (2011) l'accès à des variétés à haut rendement pourra fournir aux sélectionneurs la possibilité pour choisir les combinaisons optimales pour le développement de nouvelles variétés de colza hybrides qui maintiennent un niveau élevé et stable de rendement dans différentes condition d'environnement .

Des études ont montré que l'utilisation des mécanismes d'hybridation du colza dans l'amélioration peut contribuer à mieux exploiter du rendement dans les germoplasmes de colza disponibles . Au cours des dernières années , la production des hybrides est devenue un objectif majeur , en raison des avantage de l'hétérosis en termes du rendement et de la vigueur . En production des hybrides , il est nécessaire d'induire la stérilité male chez l'u des parents et de veiller à ce que la pllinisation croisée ait lieu et que l'auto- pollinisation soit évité (ABBADI et GUNHILD , 2011).

Matériel et Méthodes

I. Site d'étude :

Cette étude a été réalisée au Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRRA) de Meknès. L'expérimentation a été conduite en pots durant la période allant de Décembre 2020 à Juin 2021..



Figure 6. Localisation du site de l'essai au Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès.

II. Matériel végétal

Le matériel végétal expérimenté est constitué de huit génotypes de colza représentant les parents : TRAPPER, TC1-7, 409, IND-77, NAP10, NAP9, FK, H3, et de plusieurs génotypes (plantes individuelles) représentant les sept populations F_2 dérivées des croisements entre ces parents : H3 /IND-77, H3/TRAPPER, NAP9/ IND-77, TRAPPER/IND-77,409/NAP9, NAP10/TRAPPER, FK/TRAPPER. Les plantes ont été ensachées afin de forcer l'autofécondation.



Figure 7. Plantes de colza ensachées (INRA-CRRA-Meknès 2021)

III. Mesures et observations :

II.1. Paramètres physiologiques :

II.1.1 Mesure de la teneur en chlorophylle :

Les mesures de la teneur en chlorophylle ont été prises de façon hebdomadaire au niveau des mêmes feuilles à l'aide d'un appareil de mesure de chlorophylle de modèle SPAD-502 (Figure 1). 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 (unité : SPAD).



Figure 8. Appareil de mesure de la teneur en chlorophylle de modèle SPAD-502 (INRA-CRRA-Meknès 2021)

II.2. Paramètres morphologiques :

II.2.1. Hauteur de la plante :

La mesure de la hauteur a concerné la partie de la plante située depuis le collet jusqu'à la limite du bourgeon apical de la tige principale.

II.2.2. Nombre de rameaux par plante :

Le nombre de rameaux primaires a été compté pour chaque plante de l'échantillon.

II.2.3. Diamètre au collet :

Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (Figure. 11)



Figure 9. Pied à coulisse (INRA-CRRA-Meknès 2021)

II.2.4. Résistance à la déhiscence:

Ce paramètre est mesuré selon une échelle qualitative allant de 1 à 5, en appuyant sur la silique avec une force croissante. La valeur 1 est affectée quand la silique s'ouvre rapidement et avec la moindre force, et ainsi de suite jusqu'à la valeur 5 qui correspond à la silique la plus résistante, nécessitant le plus de temps et de force pour s'ouvrir.

II.3. Paramètres agronomiques :

II.3.1. Longueur de siliques :

Mesuré par une règle graduée.

II.3.2. Nombre de siliques par plante :

Comptage sur place en pots.

II.3.3. Nombre de graines par silique :

Comptage après récolte au laboratoire.

II.4. Analyse statistique

Une analyse de la variance (anova) des génotypes étudiés pour tous les paramètres a été faite par le logiciel statistique SAS.

Résultats et discussion

I. Résultats :

I.1. Nombre de jours à la floraison :

Les résultats ont montré des différences significatives entre les génotypes étudiés pour ce paramètre. Le test de comparaison DUNCAN a montré que les variétés les plus précoces sont TRAPPER (TR), N9 et IND77 avec une moyenne de 74 jours, et les populations les plus tardives sont F2(H3/TR), F2(FK/TR), F2(FK/IND77), F2(TR/IND77) et F2(H3/IND77), avec une moyenne de 107,77 jours. Les autres génotypes ont des valeurs intermédiaires qui varient entre 92 et 85 jours.

Si on compare l'hybride F2(H3/TR) avec ses parents respectifs H3 et TR qui ont des moyennes respectivement de 113 et 74 jours à la floraison, on remarque que ce croisement n'offre aucun gain de précocité. Et la même chose pour toutes les autres populations F2.

Une autre étude effectuée par Nabloussi (2002), sur 22 génotypes F2 du colza, a montré qu'il y a une fluctuation de ce paramètre. 13 génotypes parmi les 22 sont considérés les plus précoces avec un nombre de jours à la floraison de l'ordre de 83 jours. Les deux génotypes tardifs présentent une période de l'ordre de 100 jours. Le reste qui a une moyenne de 89 jours à la floraison est considéré comme un groupe intermédiaire et contient 6 génotypes.

Tableau 3. Classement des génotypes étudiés (Test de Duncan) pour le nombre moyen de jours à la floraison

Population	Njf	Duncan groupement
F2(H3/TR)	113	A
F2(FK/TR)	112,111	A
F2(FK/IND77)	108	A
F2(TR/IND77)	103,667	AB
F2(H3/IND77)	102,1	ABC
FK	92,833	BCD
H3	92,545	BCD
F2(NAP9/IND77)	90,4	BCD
409	89,25	CDE
F2(409/N10)	88	CDE
F2(NAP10/TR)	87	CDE
N10	85,667	DE
IND77	78,75	DE
N9	74,5	E
TR	74	E

I.2. Nombre de rameaux par plante :

La figure 12 montre le nombre moyen de rameaux par plante des génotypes étudiés. La variété 409 est la plus intéressante, avec un nombre moyen de 12,25 rameaux par plante, suivie des génotypes F2(FK/IND77), FK (9,833 rameaux) et TR (8,667 rameaux). Les populations et les variétés les moins ramifiées sont F2(H3/IND77), IND77, N10 et F2(TR/IND77), avec une moyenne de 6 rameaux par plante. Les autres variétés ont une ramification intermédiaire variant de 7 à 8,5 rameaux par plante.

Si on compare F2(FK/IND77), qui a une moyenne de 10 rameaux par plante, avec ses parents respectifs FK (9,833 rameaux) et IND77 (6,25 rameaux), on remarque que le croisement entre ces parents a permis d'améliorer ce caractère au niveau de la population F2.

Dans une étude effectuée par Nabloussi (2002), sur 22 génotypes F2 du colza, a montré une différence entre ces génotypes : la moyenne des ramifications la plus faible est de l'ordre de 4,4 chez un seul génotype, alors que deux génotypes ont montré une ramification importante de l'ordre de 8,5 branches par pied.

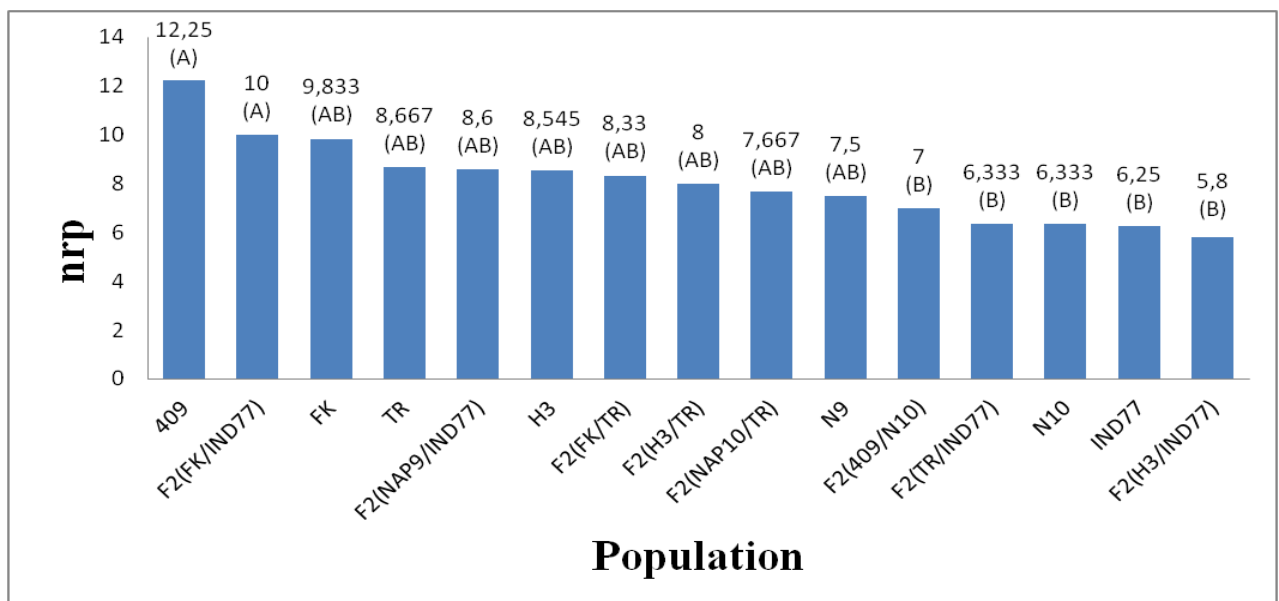


Figure 10. Moyennes de nombre de rameaux par plante pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS)

I.3. Nombre de graines par silique :

L'analyse de la variance a révélé un effet significatif. Le test de comparaison des moyennes Duncan a montré que le nombre de graine par silique le plus élevé est chez l'hybride F2(NAP10/TR) avec une moyenne de 23,467 graines, suivie de 409 (22,648 graines) et F2(H3/TR) (19,235 graines par silique). Le nombre de graines par silique le plus faible est chez les variétés N9, N10, F2 (H3/IND77) avec une moyenne de 10,45, 12,733 et 13,162,

respectivement. Les autres variétés ont des valeurs moyennes variant de 15 à 18 graines/silique.

Si on compare le résultat de l'hybride F2(NAP10/TR) qui a une moyenne de 23,467 g/s, avec ses respectifs NAP10 et TR qui ont des moyennes de graines par siliques respectivement 12,733 et 15,35 g/s, on remarque qu'on a un gain dans le rendement, et la même chose pour F2(H3/TR), F2(TR/IND7) et F2(NAP9/TR).

On peut dire que ces quatre croisements sont réussis dans la mesure où ils vont améliorer le rendement final recherché.

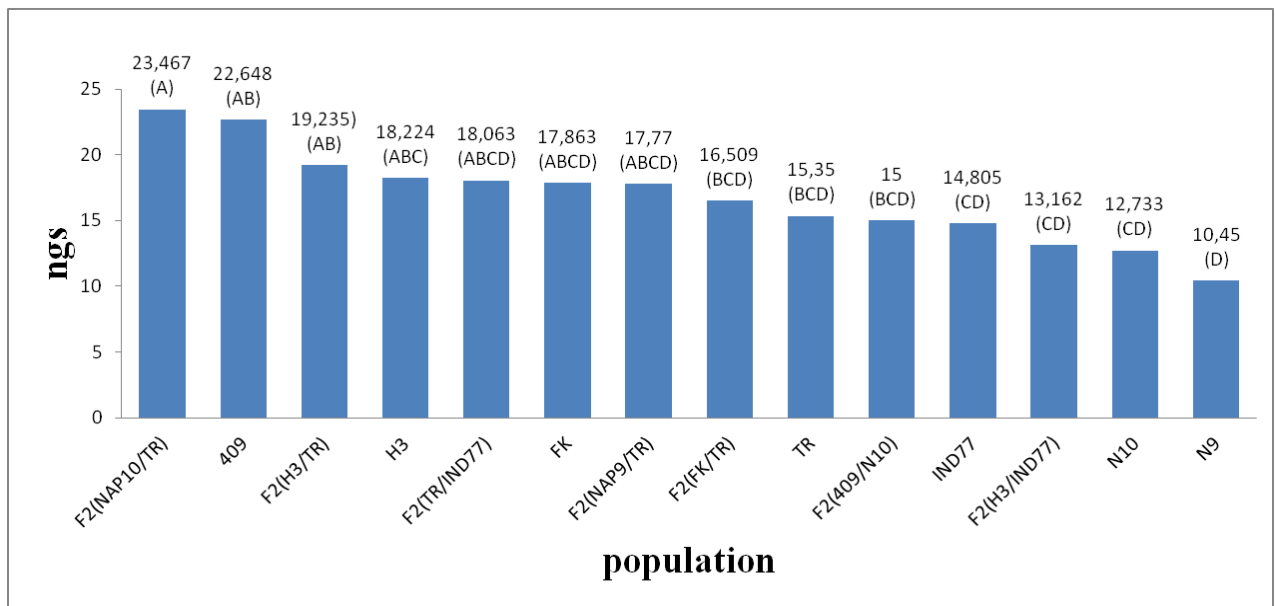


Figure 11. Moyennes du nombre de graines par silique pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS)

I.4. Longueur des siliques :

Pour la longueur des siliques, l'analyse de la variance a montré que les différences ne sont pas significatives entre les génotypes vu que toute la population étudiée appartient au même groupement Duncan (A).

Tableau 4. Moyenne de la longueur des siliques pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS)

Population	Moyenne ls	Groupement Duncan
F2(NAP10/TR)	6,1333	A
409	5,5825	A
F2(FK/IND77)	5,5	A
F2(H3/TR)	5,405	A
F2(TR/IND77)	5,39	A
F2(H3/IND77)	5,345	A
F2(NAP9/IND77)	5,304	A
IND77	5,165	A
N9	4,9	A
H3	4,8918	A
TR	4,7567	A
F2(FK/TR)	4,67	A
F2(409/N10)	4,3	A
FK	4,12	A
N10	4,0933	A

I.5. Teneur en chlorophylle :

Concernant ce paramètre, l'analyse de la variance a montré l'existence de différences significatives.

La teneur en chlorophylle la plus importante est chez les génotypes: F2(H3/TR), FK, F2(H3/IND77), F2(409/N10) et 409, avec une teneur en chlorophylle d'environ 43. Les génotypes plus faibles en chlorophylles sont IND77, F2(NAP10/IND77), N10 et TR avec une moyenne d'environ 34. Le reste a une teneur en chlorophylle intermédiaire entre 39,86 et 36,5. En comparant la variété F2(H3/TR) issue du croisement entre H3 et TR ,qui ont une teneur en chlorophylle faible de l'ordre de 36,596 et 36,275 , respectivement, on remarque que la teneur en chlorophylle chez F2(H3/TR) a connue une augmentation, et la même chose pour F2(H3/IND77), F2(409/NAP10), F2(NAP10/TR) et F2(TR/IND77) .

On peut conclure que les croisements qui ont donné les populations avec une forte teneur en chlorophylle, sont efficaces pour introduire ce caractère chez les variétés faible en chlorophylle.

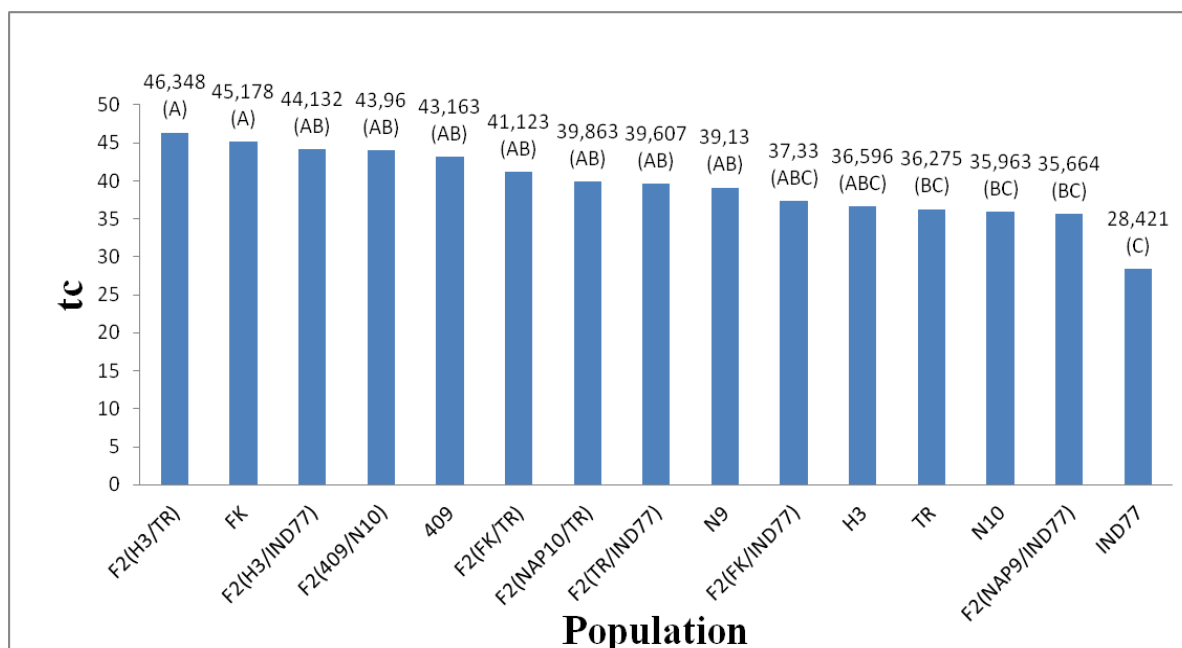


Figure 12. Moyenne de la teneur en chlorophylle pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS)

I.6. Résistance à la déhiscence :

En analysant le tableau 5 ci-dessous, montrant les valeurs moyennes de résistance à la déhiscence des génotypes étudiés, on remarque qu'il n'y a pas de différences statistiques entre ceux-ci, sauf la population (409/NAP10) qui s'est distinguée par un niveau de résistance significativement plus élevé que le reste.

Si on compare cette population avec ses parents 409 et NAP10, sensibles à la déhiscence, on constate que le croisement entre ces parents a permis d'avoir un gain génétique pour ce caractère au niveau de la population F2.

Nabloussi (2015), a réclamé que le colza est naturellement susceptible à la déhiscence des siliques et aucune variabilité génétique ne se trouvait dans son germoplasme d'origine.

Tableau 5. Moyenne de la résistance à la déhiscence pour chaque variété du colza étudié (Selon les résultats du logiciel SAS).

Population	moyenne rd	Groupement Duncan
F2(409/N10)	4	A
F2(NAP9/TR)	2,4	B
409	2,25	B
IND77	2,1818	B
H3	2,1667	B
FK	2,1	B
F2(H3/INAD77)	2	B
TR	2	B
F2(FK/IND77)	2	B
F2(NAP10/TR)	1,6667	B
F2(FK/TR)	1,5556	B
N10	1,333	B
F2(H3/TR)	1,25	B
N9	1	B
F2(TR/IND77)	1	B

Conclusion générale

La présente étude a consisté d'effectuer une analyse comparative entre des génotypes du colza constitués de 7 populations F2, et leurs parents constitués de 8 variétés. Cette étude était basé sur 6 paramètres : précocité représenté par le nombre de jours à la floraison, la hauteur, le nombre de ramifications par plante, la longueur des siliques, la teneur en chlorophylle et la résistance à la déhiscence. Des différences statistiquement significatives ont été relevées pour 5 paramètres étudiés.

Les croisements effectués dans cette étude n'ont pas pu améliorer le caractère de la précocité chez les populations F2. Concernant le nombre de graines par silique, 4 croisements sont réussis dans la mesure où ils vont améliorer le rendement final recherché, ces croisements sont : F2(H3/TR), F2(TR/IND77), F2(NAP9/TR) et F2(NAP10/TR). La teneur en chlorophylle chez F2(H3/TR) ,F2(H3/IND77), F2(409/NAP10), F2(NAP10/TR) et F2(TR/IND77) a connue une augmentation par rapport à leurs parents, donc les croisements effectués sont efficaces pour introduire ce caractère chez les variétés faible en chlorophylle. Le croisement entre 409 et NAP10 a permis d'avoir un gain génétique pour le caractère résistance à la déhiscence au niveau de la population F2(409/NAP10).

Normalement, nous devrions effectuer d'autres paramètres agronomiques pour des résultats plus précis, comme le poids de 1000 graines et la teneur en huile, mais le temps était très réduit.

Références bibliographiques

ABBADI A. et LECKBAND G., 2011. Rapeseed breeding for oil content, quality and sustainability, in European Journal of Lipid and Technology, VOL.113, N° 10, 1198_1206p.p

BAMOUEH A. et ELASRI M., 2001. Potentialités des cultures oléagineuses hivernales in transfert de technologie en agriculture, n°85, 4p

BASF, 2013. Le colza, une culture aux débouchés diversifiés

BENDANA H., 2011. Contribution de l'étude des paramètres physiologiques morpho-agronomiques et biochimiques de la culture du colza (*Brassica napus* L. var. *fantasio*), Mémoire de 3ème cycle de la faculté des sciences de la nature Algérie, 95p

BOUAMANE M. B., 2011. Effet du peuplement sur le rendement et les composantes du rendement du colza (*Brassica napus*) au Sais, Mémoire de 3ème cycle en agronomie, ENA-Meknès, 89p

CETIOM, 2013. La culture du colza d'hiver

FRIEDT W. et SNOWDON R., 2007. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Oilseeds, coll. « Springer », 91-100 p.p.

GUETTA I., 2010. Etude du comportement des trois variétés de colza (*Brassica napus*) dans les conditions du Haut Cheliff, Mémoire de 3ème cycle de centre universitaire de KHEMIS-Miliana, 83p

MOREAU G., 2005. Le colza d'hiver, 4p

MORICE J., 1963. Les relations entre les espèces cultivées du genre Brassica et les possibilités d'amélioration du colza (*Brassica napus* L. Var. Oleifera M.) au moyen de croisements interspécifiques, In Ann. Amélior. Plantes, vol. 13, 221-252 p. p

NABLOUSSI A., 2005. Amélioration génétique du colza (*Brassica napus* L.): revue bibliographique et proposition d'une stratégie à adopter dans les conditions marocaines, in AL AWAMIA, n° 114, vol.2, 125-149 p.p

NABLOUSSI A., EL FECHTALI M., ALGHOUM M. et LYAGOUBI S., 2012. Développement des premières variétés de colza « 00 » au Maroc, in AL AWAMIA, n° 125-126, 1-14p.

NABLOUSSI A., EL ASRI M. et ESSAHAT A., 2011. Filière des oléagineux annuels au Maroc : Etat des lieux et stratégie de développement, INRA, CRRRA de Meknès, 10p

VALBIOM, 2006. Fiche technique sur le colza, 5p

VIZIER, 2010, Qualité alimentaire des huiles

