

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie de la conservation

Intitulé du thème :

**Contribution à l'étude des modalités
d'adaptation du colza (*Brassica napus L.*) dans
la région de Sidi-Bel-Abbès et perspectives de
conservation**

Présenté par

Melle DOUER Asmaa &

Melle CHERIET Nadjjet

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de

Président de jury : Madame AYACHE Abassia

MCA UDL/SBA

Examineur : Madame BECHLAGHEM Nacéra

MAA UDL/SBA

Promoteur : Madame MOURI ép. BEKKHOUCHA Charaf

MCB UDL /SBA

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin 2021 »

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Allah qui nous a donné la force pour achever cette étude.

*Nous exprimons notre plus profonde remerciement et gratitude à notre encadreur **Dr. MOURI CHARAF** qui a été à l'origine du choix de ce thème original et intéressant, qui nous constamment aidé et orienté. Nous la remercies de sa disponibilité de ses compétences.*

Aux membres du jury de nous avoir fait l'honneur d'apprécier et de juger notre travail.

*A la présidente du jury **Dr. AYACHE Abassia** d'avoir accepté de présider notre travail*

*A l'examinatrice du jury **Dr. BECHLAGHEM Nacèra** d'avoir bien voulu examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier vivement, madame **BENMANSOR Fatima Zohra** directrice de l'ITGC pour ses efforts avec nous et sa disponibilité, **Ardjani Mohamed** chef de service de l'ITGC, pour son accueil, et son aide précieuse.*

A tous les enseignants qui ont participés de près ou de loin à notre formation tous le long de notre cursus universitaire.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Dieu pour m'avoir donné la santé, le Courage et la volonté pour achever ce travail.

Je dédie ce travail à

Ma mère pour son amour inestimable, sa confiance, son soutien, ces Sacrifices et toutes les valeurs qu'elle m'a inculqué.

A mon père qui ma encouragé et conseillé, tous les mots ne puissent Exprimer mon amour et mon respect Que Dieu le Tout Puissant te Procure, santé et longue vie

A mon cher frère : Abdel kader qui été toujours là pour m'écouter, Ma réconforter et m'encourager dans les moments de doute

A ma sœur : Hadjer

A mes chère amies : Imen et Chahera

A toute ma famille.

A tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à me remonter le Moral et me soutenir dans les moments difficiles.

Asma

Dédicaces

Aux être les plus chers : mes parents

A ma mère, pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

Là ou je suis arrivé aujourd'hui c'est à vous mes chers parents, que dieu vous garde.

A mon père, mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils. J'espère que ce mémoire sera à la hauteur de tes attentes.

A mes cher frères et sœurs

A tous mes chères amies :Widad, Imen, Fatima.

A ma grande famille, et tous ceux et toutes celles que j'ai involontairement omis de citer et qui n'en demeurent pas moins chers.

Nadjet

Thème : Contribution à l'étude de modalité d'adaptation de colza dans la région de Sidi-Bel-Abbès et perspective de conservation

Résumé

Dans le cadre de projet du ministère de l'agriculture et développement rurale qui consiste à introduire la culture de colza dans l'Algérie pour la première fois ; notre présente étude consiste à étudier l'adaptation de colza *Brassica napus* .L . Variété ITGC, dans la région de Sidi-Bel-Abbès.

Dans un premier temps nous présenterons une étude bibliographique sur le colza ; par la suite nous retraçons l'assise essentielle des données climatiques et agronomique locales et en dernier lieu l'étude détaillée de l'adaptation et le développement de colza au niveau de notre site d'expérimentation.

-l'étude des paramètres morpho-agronomique nous a permis de mettre en évidence l'aspect adaptative de colza variétés ITGC au stress hydrique dès le semis jusqu'à la récolte, qui se traduit essentiellement par une réduction de la taille et le nombre des siliques en comparaison avec le champ de colza au niveau de Tlemcen, et d'autres paramètres tels que la résistances aux maladies cette variétés présente un intérêt particulier.

Les résultats obtenus montrent que le colza s'adapte dans les conditions édaphiques et climatiques de la région de Sidi-Bel-Abbès.

-Cette espèce présente un intérêt économique particulier et de ce fait nous suggérant qu'un bon programme de conservation soit mis en œuvre après la récolte.

Mots clé : Adaptation- Colza- Stress - Conservation.

Topic: Contribution to the study of adaptation modality of rapeseed in the region of Sidi-Bel-Abbès and conservation perspective

Summary

Within the framework of the project of the Ministry of Agriculture and Rural Development which consists in introducing the culture of colza in Algeria for the first time; our present study consists in studying the adaptation of colza *Brassica napus L.* ITGC variety, in the region of Sidi-Bel-Abbès.

First we present a bibliographical study on rapeseed; then we trace the essential basis of the local climatic and agronomic data and finally the detailed study of the adaptation and development of rapeseed at our experimental site.

The study of morpho-agronomic parameters allowed us to highlight the adaptive aspect of rapeseed varieties ITGC to water stress from sowing to harvest, which is reflected mainly by a reduction in the size and number of siliques in comparison with the field of rapeseed at the level of Tlemcen, and other parameters such as resistance to diseases this variety is of particular interest

The results obtained show that rapeseed adapts to the edaphic and climatic conditions of the Sidi-Bel-Abbès region.

This species is of particular economic interest and therefore suggests that a good conservation program be implemented after the harvest.

Key words : Adaptation - Rapeseed - Stress - Conservation.

الموضوع: المساهمة في دراسة طريقة تكيف بذور السلجم الزيتي في منطقة سيدي بلعباس وملخص منضور الحفظ

الملخص:

في إطار مشروع وزير الفلاحة والتنمية الريفية الذي ينص على زراعة نبتة السلجم الزيتي لأول مرة في الجزائر، إذا فان دراستنا الحالية حول تأقلم السلجم الزيتي مع العوامل المناخية والتربة في منطقة سيدي بلعباس .

أولا قمنا بدراسة مرجعية حول نبات السلجم الزيتي بعد ذلك قمنا بجمع أهم المعلومات حول المناخ السائد وطبيعة التربة بالمنطقة وأخيرا دراسة تأقلم النبتة مع العوامل المناخية والتربة

-لقد مكنتنا دراسة العوامل المورفولوجية الزراعية من تسليط الضوء على الجانب ألتكفي للسلجم الزيتي صنف (ITGC) مع الجفاف منذ البذر إلى الحصاد مما يؤدي بشكل أساسي إلى تقليل حجم النبتة وعدد مقارنه مع حقل السلجم بولاية تلمسان ومعلومات أخرى مثل مقاومه الأمراض .

النتائج المتحصل عليها تبين ان السلجم تأقلم جيدا مع العوامل الجوية و خصائص التربة لمنطقه سيدي بلعباس .

-هذه الأنواع ذات أهمية اقتصادية كبيرة و بالتالي نقتراح تنفيذ برنامج لحفظ البذور جيد بعد الحصاد.

الكلمات المفتاحية: التكيف-السلجم-الجفاف-المحافظة .

Liste des abréviations :

EMVH	Ester méthylique d'huile végétale
LMR	Limites maximales de résidus
CAM	Crassulacean acid metabolism
JBF	Jardins botanique de France
BS	Banque de semence
CJB	Conservatoire et jardin botanique
ITGC	Institue technique des grandes cultures
FAO	Food and agriculture organization
CCCE	Communauté de Communes du Canton d'Erstein
CIMMYT	International maize and wheat improvement centre

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Les feuilles de colza Face inférieur	05
Figure 02	Les feuilles de colza Face supérieur	05
Figure 03	Inflorescence de colza	06
Figure 04	Fleur de colza	06
Figure 05	Fleur de colza vue de dessous	07
Figure 06	Les racines pivotant de colza	07
Figure 07	Les siliques de colza	08
Figure 08	Coupe transversale d'une graine de colza	08
Figure 09	Les stades de développements de colza	12
Figure 10	L'huile de colza	13
Figure 11	Les tourteaux de colza	14
Figure 12	Profile du sol recherché pour la culture de colza	17
Figure 13	Banque de semences	31
Figure 14	La planification de récolte	37
Figure 15	La récolte du grain	37
Figure 16	Le matérielle de la récolte	37
Figure 17	Logiciel de banque de graine	38
Figure 18	Herbier	39
Figure 19	Le matérielle de nettoyage	40
Figure 20	La balance électrique	41
Figure 21	La mesure de la taille des graines	41
Figure 22	Loupe binoculaire	41
Figure 23	La déshydratation des graines	42
Figure 24	Gel de silice	42
Figure 25	La conservation des graines dans des flacons	43
Figure 26	Le stockage des graines dans des frigos	44
Figure 27	Série de tests de germination des graines avant leur stockage permanent	45
Figure 28	Le test de germination des graines	46
Figure 29	Les graines du semis	63
Figure 30	Zones d'action de la ferme de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès	64
Figure 31	Variation des précipitations moyenne de la campagne 2020-2021	65
Figure 32	Variation des températures minimale et maximale de la campagne 2020-2021	66
Figure 33	Le semis des graines de colza	68
Figure34	Engraisement azoté urée 46 granulé	68
Figure35	Piégeage à eau	70
Figure36	Irrigation du champ de colza	70
Figure37	l'essai de la récolte de colza au niveau de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès	72
Figure 38	La récolte de colza avec une moissonneuse batteuse	72
Figure 39	Le dénombrement des plantes par m ² dans le site de l'ITGC	79

Figure 40	Nombre des plantes par mètre carré dans les deux sites de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen.	80
Figure 41	Le nombre moyen des ramifications par plantes	81
Figure 42		81
Figure 43	Le nombre moyen des siliques par plantes	81
Figure 44	Nombre moyen des graines par silique	82
Figure 45	Hauteur des plantes	82
Figure 46	Hauteur des plantes dans les deux sites	82
Figure 47	Nombre des feuilles par plantes	83
Figure 48	Nombre des feuilles par plantes dans les deux sites	
Figure 49	La mesure de PMG avec une balance de précision	83
Figure 50	LePMG moyenne dans les deux sites	84
Figure 51	Rendement biologique pour les deux sites	84

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01	Les maladies de colza	19
Tableau 02	Les principaux ravageurs de colza	21
Tableau 03	Principales conditions expérimentales de l'essai de l'institut du végétal	27
Tableau 04	Précipitation, pluviométrie et température de la campagne	65
Tableau 05	Les principales mauvaises herbes	69
Tableau 06	Les principaux ravageurs observés	71
Tableau 07	Les stades repères du développement de colza	76
Tableau 08	Déférents organes végétatifs de colza	78
Tableau 09	La comparaison entre le rendement théorique et le rendement réel	85

Table des matières

Introduction	1
---------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur <i>Brassica napus</i>	2
---	----------

1-1. Les Brassicaceae	2
-----------------------------	---

1-1-1. Définition de la famille Brassicaceae.....	2
---	---

1-1-2. Distribution	2
---------------------------	---

1-1-3. Intérêt économique.....	2
--------------------------------	---

1-2.Genre <i>Brassica</i>	3
---------------------------------	---

1-3.Etude de la culture <i>Brassica napus</i>	3
---	---

1-3-1.Description.....	3
------------------------	---

1-3-2.Classification	4
----------------------------	---

1-3-3. Origine du colza.....	5
------------------------------	---

1-3-4. Présentation de la plantes	6
---	---

1-4. Usage du colza	12
---------------------------	----

1-4-1. Huile de colza	12
-----------------------------	----

1-4-2.Tourteaux de colza.....	13
-------------------------------	----

1-4-3.Engrais vert.....	13
-------------------------	----

1-5.Les variétés du colza	14
---------------------------------	----

1-6.Ecophysiologie	14
--------------------------	----

1-6-1.Exigences climatique	14
----------------------------------	----

1-6-2.Exigences pédologique	16
-----------------------------------	----

1-6-3.Exigences agronomique.....	18
----------------------------------	----

1-6-4.Maladie et ravageur	20
2-1. Stockage et la conserver les graines oléagineuses	25
2-2. Formes de stockage	28
2-3.Conditions de stockage du colza	28
2-3-1. A plat	28
2-3-2. En cellule	29
2-3-3. En grain humide.....	29
2-3-4. Intertage	29
2-4. Bonnes règles de conservation	29
2-5. Etapes de stockage de colza	29
2-5-1. Nettoyage des installations	29
2-5-2. Nettoyage des graines	29
2-5-3. Tri	30
2-5-4. Ventilation	30
2-5-5. Séchage	30
2-6.Conservation de colza dans des banques des semences et des graines	30
III. Modalités d'adaptation du colza	48
3-1.Modalités d'adaptation des végétaux	48
3-2. Adaptation de colza au milieu.....	53
3-3-1.Adaptation au facteur abiotique.....	53
3-3-2.Adaptation au facteur biotique	54
3-3. Amélioration pour l'adaptation au milieu	59

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Matériels et méthodes	63
1-1. Condition de l'expérimentation	63
1-2. But de travail	63
1-3. Etude de milieu	63
1-4. Dispositif expérimentale	67
1-5. Méthodes d'étude.....	72
2. Résultats et discussion	76
2-1. stades repères du développement de colza.....	76
2-2. Différents organes végétatifs de colza	77
2-3. Paramètre de la culture	79
2-4. Conservation des graines.....	85
Conclusion générale	87
Références bibliographique	89

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Le développement des cultures oléagineuses, en l'occurrence de colza ,répond un besoin économique et stratégique réel dans la mesure ou cette culture est la plus adaptée aux conditions agro climatiques pour la productions de l'huile végétale destinée à la consommation locale. En Algérie l'importation des huiles d'origines végétales a augmenté avec la consommation d'année en année, elle et passée de 200.000 tonnes en 1980, à 320.000 tonnes en 2001(**Anonyme, 2002**).

Le colza approvisionne le monde par 8% des huiles comestible. La teneur moyenne de l'huile dépasse 40% sur la base du poids sec des graines, les tourteaux de colza sont d'une graonde qualité pour l'alimentation du bétail et contiennent 38 à 41% de protéines (Downey *et al.*, 1980).

Ce travail rentre dans le cadre d'un projet ministériel pour introduire la culture du colza dans l'Algérie pour réduire la facture d'importation des huiles végétales, l'objectif de notre travail consiste à faire un suivie de la culture de colza et les paramètres physiologiques et morpho-agronomiques et l'adaptation de cette plante dans le site de l'ITGC des Sidi-Bel-Abbès vis-à-vis les conditions pédoclimatiques durant tout le cycle de développement de la culture de Sites et l'importance de la conservation des semences.

Brassica napus ou colza fait partie de la famille des *Brassicaceae*, le colza est largement répondu dans le monde et principalement dans les zones tempérées il est cultivé pour la production d'huile alimentaire avec le tournesol etl'olivier, cesgraines contiennent 40 à 42 % d'huile, et comme source d'aliment du bétail.

Le mémoire est structuré comme suit :

-Une première partie présente une synthèse bibliographique, comprenant les chapitres suivants :

- Des généralités sur la famille des *Brassicacea* et sur l'espèce colza « *Brassica napus* ».

-La conservation des graines de colza.

-L'adaptation de colza.

- Une deuxième partie présente une synthèse bibliographique, comprenant les chapitres suivants :

Introduction générale

-Matériels et méthodes.

-Résultats et discussions.

Partie I : synthèse bibliographie

Chapitre I : Généralités sur Brassica napus

I. Généralités sur *Brassica napus*

I.1. Les Brassicaceae

I.1.1. Définition de la famille Brassicaceae

La famille des Brassicaceae anciennement Crucifères c'est-à-dire la famille de la moutarde. Le mot « *Crucifères* » signifie «qui portent une croix» et fait allusion à la forme des fleurs, dont les quatre pétales sont disposés en forme de croix. La famille des Brassicaceae est l'un des plus importantes parmi des dicotylédones, est importante pour l'être humaine avec ses nombreuses plantes alimentaires, les Brassicaceae sont faciles à reconnaître par leur fleur et fruit typique (**Site web 1**).

Les Brassicaceae sont des plantes à fleur appartenant à l'ordre des brassicales annuelles, bisannuelles ou vivaces, le plus souvent herbacées, mais parfois arbustives, les Brassicaceae elles sont productives d'huiles, de plantes protégées ou condimentaires de fourragères, de plantes ornementales ou médicinales(**Site web 1**).

I.1.2. Distribution

La famille des Brassicaceae est cosmopolite, elle se retrouve à travers le monde entier à l'exception de l'antarctique mais plus présente dans l'hémisphère nord ou elle est spécialisée dans les climats tempérés les espèces de Brassicaceae sont cependant plus concentrées dans les pays autour de la méditerranée à l'inverse, elles sont bien moins fréquentes en hémisphères sud et rares en climats tempérés, les espèces de Brassicaceae sont cependant plus concentrées dans les pays autour la méditerranée et sont rares en climat tropical(**Site web 1**).

Les Brassicaceae ont adoptés tout les types de milieux de vie de celui pierreux, voire saxicole jusqu'en haute montagne aux prairies humides ou sèches, elles sont même rarement grimpent ou aquatique(**Site web 1**).

I.1.3. Intérêt économique :

La famille des Brassicaceae comprend de nombreuses plantes comestibles impotentes comme plantes alimentaires par exemple le motarde de table et préparée à partir d'un mélange de graines de *Sinapis alba* et *Brassica nigra* et *Brassica juncea*, des huiles alimentaires végétales sont extraites des graines de plusieurs espèces de *Brassica*, spécialement de

Brassica napus le colza par exemple, les mauvaises herbes sont également fréquentes comme *Arabidopsis thaliana*, une mauvaise herbe vasculaire la plus utilisée en biologie expérimentale et moléculaire (**Site web 1**).

I.2. Genre *Brassica* :

Le genre *Brassica* compte une petite quarantaine d'espèces végétales dicotylédones appartenant à la famille de *Brassicaceae* originaires d'Europe et d'Asie occidentale tempérées particulièrement du contour méditerranéen (**Site web 2**).

Ce sont des plantes herbacées annuelles ou bisannuelles quelquefois vivaces, rarement arbustives, généralement établies sur une racine pivotante, elles peuvent former des rosettes des feuilles radicales et des tiges plus ou moins longues ou courts et plus ou moins fortes portant des feuilles caulinaires disposées de façon alterne (**Site web 2**).

Les espèces du genre *Brassica* sont des plantes hermaphrodites dont la floraison se produit le plus souvent au printemps et en été (**Site web 2**).

I.3. Etude de la culture *Brassica napus*.L

I.3.1. Description

Le colza (*Brassica napus* .L) ou Rapa en anglais, raps en allemand, le colza est une plante herbacée annuelle dicotylédone de la famille des Brassicaceae présentant un grand cycle de développements (**site web3**).

Le colza est issu du croisement naturel entre un chou, *Brassica oleracea* originaire d'Europe de l'ouest et d'Afrique du nord-ouest et d'une navette, originaire de l'Asie. (**Site web3**).

Le colza c'est une culture appréciée par les agriculteurs pour son utilisation en alimentation animale avec les tourteaux de colza, mais aussi pour son intérêt agronomique dans la diversification des rotations. L'huile de colza est reconnue par les consommateurs du grand public pour son intérêt nutritionnel (**Site web3**).

I.3.2. Classification

I-3-2-1. Classification classique

-Classification de Cronquist (1981) (**site web3**)

Règne :Plantae.

Division : Magnoliophyta .

Classe :Magnoliopsida.

Ordre :Capparales .

Famille : *Brassicaceae*.

Genre :*Brassica*.

Espèce : *Brassica napus*.

I.3.2.2. Nouvelle classification

-Classification APG II (2003) (**site web3**)

Règne : végétal.

Embranchement : spermaphytes.

Sous embranchement : angiospermes.

Ordre : capparales.

Famille : *Brassicaceae*.

Genre : *Brassica*.

Espèce : *Brassica napus*.

I.3.3.Origine du colza

Le colza est issu d'un croisement naturel ancien du chou et de la navette .la plante a d'abord été cultivée en chine durant l'antiquité avant d'être introduite en Europe et notamment en Scandinavie, Flandres et Allemagne (**Site web 3**).

Les datations moléculaire indiquent que cette espèce serait apparue il ya au plus 7500 ans (**chalhoub et al.,2014**), elle a été sélectionnée par l'homme et il n'existe pas de forme sauvage.

Brassica Oleracea X *Brassica rapa*

(CC) 2n= 18, choux =(AA) 2n =38, navette



Brassica napus

(AACC) 2n=38, colza

I.3.4.Présentation de la plantes

I.3.4.1.Feuilles



Figure N°01. Les feuilles de colza

Face inférieur (**Site web 5**)



Figure N°02. Les feuilles de colza Face

supérieur (**Site web 5**)

Les feuilles sont alternes, avec une base embrassant formant des oreillettes rondes, les feuilles sont simples, celles de la base sont profondément découpées, pétiolées, celles de la tige sont entières, triangulaires, non pétiolées avec une base droite.

Les feuilles ont un limbe mince, avec un bord ondulé et un sommet arrondi ou obtus leurs deux face sont glabres(**Site web 5**).

I.3.4.2. Inflorescences



Figure N°03. Inflorescence de colza ([Site web 5](#))

Les fleurs sont regroupées en grappe ([Site web 5](#)).

I.3.4.3.Fleur



Figure N04. Fleur de colza observation vertical Figure N05. Fleur de colza vue de

([Site web 5](#)) dessous ([Site web 5](#))

Les fleurs sont jaunes, Elles sont portées par un pédoncule long et glabre, elles présentent 6 étamines libres dont 2 légèrement plus petites .les filets des étamines sont glabres. Le pistil est surmonté d'un seul style est surmonté d'un seul stigmate, le stigmate est entier([Site web 5](#)).

La corolle est formée de 4 pétales égaux libres, avec l'extrémité arrondie, le calice est glabre, il est formée de 4 sépales libres allongés, obliques, moins larges que la corolle, moins longs que la corolle([Site web 5](#)).

Donc la formule florale est comme suit

$FF=4 S +4 P + 6E +2 C.$

I.3.4.4. Le système raciner de colza

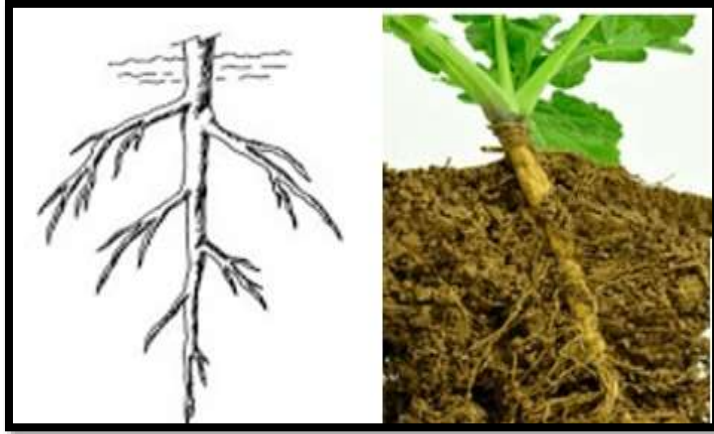


Figure N06. Les racines pivotantes de colza ([site web3](#))

Le système racinaire de colza est composé d'une racine pivotante (site d'accumulation des réserves glucidiques) et d'un réseau dense de racines secondaires ([Site web3](#)).

I.3.4.5. Les fruits



Figure N07. Les siliques de colza ([site web 5](#))

Après floraison, la fleur donne naissance à une silique à valves convexe de 5cm à 10cm de long .silique contient, environ, 20 graines exalbumiées, riches en huile avec diamètres de 2 à 2.5 mm, les siliques sont déhiscentes à maturité, ([Boyeldio, 1991](#)) beaucoup moins long que les valves les siliques sont étalées ou obliques ([Site web 5](#)).

I.3.4.6. Les graines de colza

a. Les caractéristiques physiques des graines de colza

Les caractéristiques physiques les plus usitées pour les graines sont le poids de 1000 graines et le poids spécifique. Ainsi pour le colza qui est une très petite graine le poids de 1000 graines à 9% d'humidité est une moyenne de 5g (**Hubert, 2013**).

-Forme générale à peu près sphérique, longueur 1.1 à 2.6 mm et l'arguer 1.3à 2.3 mm selon les variétés.

-Couleur rougeâtre (notamment chez les graines immatures), grise, gris-noir, ou noir.

-Surface recouverte de petits points luisants lui confèrent une texture granuleuse ou « sucrée ».

b. Les caractéristiques histologiques des graines de colza

Les graines de colza ne possèdent pas d'albumen. Les réserves énergétiques qui servent à la germination existent sous forme de lipides contenus dans les cotylédons. Les graines de colza contient deux cotylédons (l'un interne et l'autre externe), les deux cotylédons et l'amorce de la radicule dans la partie centrale forment l'embryon, encore appelé amande, et sont enveloppés par une couche périphérique de cellules très riches en grains d'aleurone. L'enveloppe, ou pellicule de la graine et généralement brune à noire, mais il existe des variétés à graines jaunes (colza de printemps canadien)(**Hubert, 2013**).

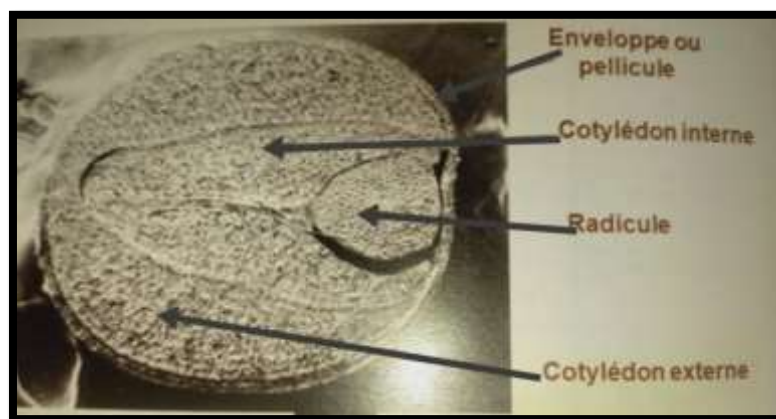


Figure N08. Coupe transversale d'une graine de colza (**Rass, 2011**)

c. Les caractéristiques chimiques des graines de colza

Comme toute substance biologique, les graines de colza sont composées d'eau et de matières minérales et organiques, la teneur en eau est de 8-9%, ce qui est plus bas que les

teneurs en eau des céréales. Cela est lié en particulier à la teneur en huile de ces graines ; d'ailleurs plus la teneur en huile d'une variété de colza est élevée, plus sa teneur en eau est basse pour une même valeur d'humidité de l'air. Les matières organiques sont constituées principalement de glucide (8à9% cellulose brute et quelques autres sucres en faible quantité), des protides (matières azotées qui représentent 19 % de la matière brute) et des lipides (matières grasses représentent 42 % de la matière brute), les constituants secondaires sont : les pigments et vitamines et le minéraux (**Hubert, 2013**).

I.3.5. Cycle de développement de colza :

Le cycle de développements de colza comprend trois périodes bien distinctes : (**site web 3**)

- La phase végétative.
- La phase reproductrice.
- La phase de maturation.

I.3.5.1. Phase végétative

La première phase s'étend de la levée de culture, elle débute par la germination épigée des deux cotylédons du colza et développe environ une vingtaine des feuilles formant une rosette au début de l'hiver la plante possède une tige de 2 à 3 cm, ou de 10 à 20 cm selon les conditions écologiques ou variétales ainsi le système racinaire se développe en pivot dans lequel vont s'accumuler les réserves glucidiques (**Site web 3**).

a.Stade cotylédonaire

Se stade débute avec la levée de jeunes plantes : les cotylédons sont complètement étales.

Pas de feuilles « varies » seuls les deux cotylédons sont visibles (**Site web 4**).

b. Stade de la formation de la rosette

Durant se stade, il y a apparition de plusieurs feuilles vraies étales, il n'ya pas d'entre-nœuds entre les pétioles des feuilles. (**Site web 4**)

Stade B : apparition des feuilles

Stade B1(11) : 1feuille vraie étalée ou déployée

Stade B2(12) : 2feuilles vraies étalées ou déployées

Stade B3(13) : 3 feuilles vraies étalées ou déployées

Stade B4(14) : 4 feuilles vraies étalées ou déployées

Stade B n (1n) : n feuilles vraies étalées ou déployées

c. Stade montaison

Pendant cette phase il y a reprise de la végétation : début de l'élongation de la tige et l'apparition de l'entre-nœud visible.

Stade C1(30) : Apparition des jeunes feuilles (**site web 4**).

I.3.5.2. Phase reproductrice :

A la fin de l'hiver débute la montée et l'inflorescence se note au sommet de la tige et parallèlement commence l'élongation des entre nœuds supérieurs donc la floraison commence, la floraison dure environ un mois (**Site web 3**).

d. Stade boutons accolés (site web4)

Les boutons floraux dépassant les plus jeunes feuilles.

Stade D1 (51) : boutons accolés encore cachés par les feuilles terminales.

Stade D2 (53) : inflorescence principale dégagée. Boutons accolés. Inflorescences secondaires visibles.

e. Stade boutons séparés (site web4)

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

E (59) : les pédoncules floraux s'allongent en commençant par ceux de la périphérie.

f. Floraison : (site web4)

Stade F1 (60) : premières fleurs ouvertes.

Stade F2 (61) : allongement de la hampe florale.

I.3.5.3. phase de maturation :

La formation du fruit est assez rapide, la maturité des graines est acquise en 6 à 7 semaines après la fécondation, la déhiscence de la silique et la chute des graines (**Site web 3**)

g. Stade formation des siliques (site web4)

Stade G1 : la floraison s'achève puis les pétales commencent à tomber, c'est la fin de la floraison

Stade G2 : les 10 premières siliques ont une longueur comprise entre 2 et 4 cm.

Stade G3 : les 10 premières siliques ont une longueur supérieure à 4 cm.

Stade G4(73) : les 10 premières siliques sont bosselées.

Stade G5 (81) : graines sont noires et dures.

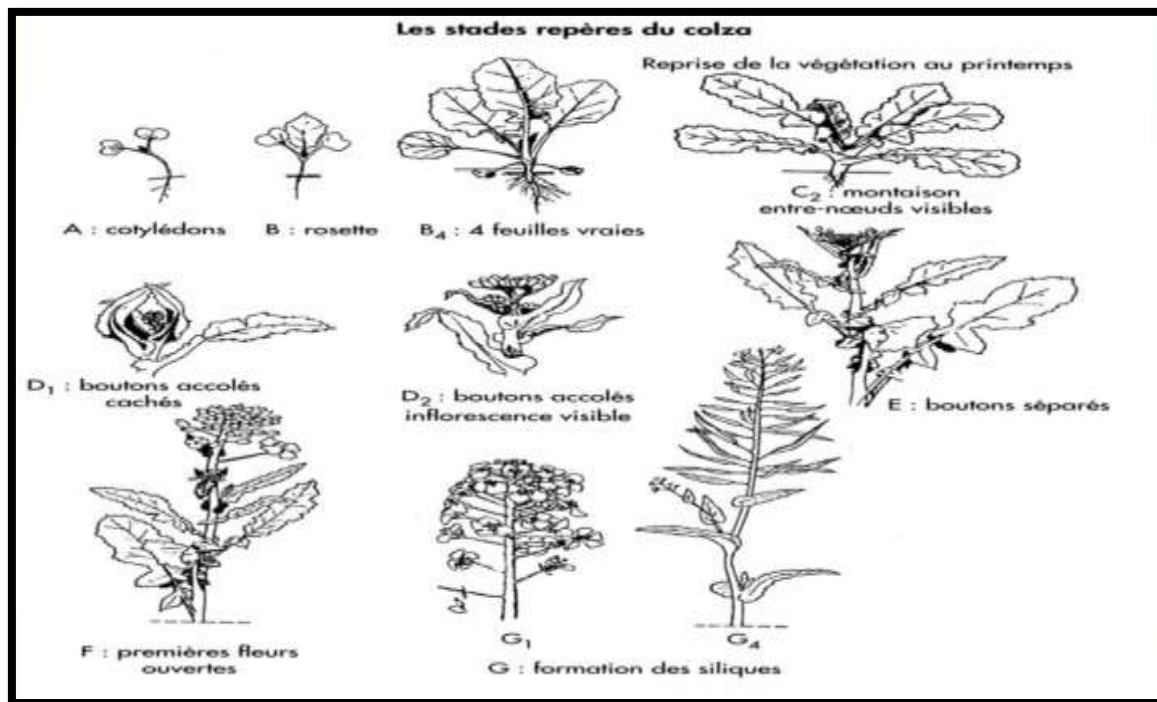


Figure N09. Les stades de développements de colza(Burnelie, 2015)

I.4. Usage du colza

I.4.1.Huile de colza

L'huile de colza a une grande importance, en particulier dans la consommation humaine, c'est une huile de haute qualité, réputée pour ses qualités nutritives et culinaires, occupe 80% du marché de l'huile de table, 56 % du marché de la graisse végétale et 42% du marché de la margarine elle est riche en oméga-3 et vitamine E. elle apporte aussi des oméga-6, il est utilisé comme assaisonnement seule ou en mélange avec d'autre huiles (Site web4).

Elle est aussi utilisée dans la composition de cosmétique, la production des encres : principalement les encres offset, les produits phytosanitaires, les peintures : la formulation de peintures avec des agro solvants permet de respecter, l'huile de colza est utilisé comme matière premier pour l'huile carburant et le biodiesel : le mélange de l'huile de colza avec un alcool (le plus généralement méthanol) produit un ester méthylique (EMVH), communément désignés sous le nom de (biodiesel)(Site web 6).



Figure N10. L'huile de colza (**site web 7**)

I.4.2. Les tourteaux de colza :

Grace à ses qualités nutritionnelles et à son prix attractif, Le tourteau de colza peut être incorporé dans l'alimentation des bovins des ovins et des porcins ,il est riche en protéines de bonne composition et on cellulose brute est aussi bien pourvu en minéraux, le tourteau de colza est particulièrement utilisé pour l'alimentation des bovins en remplacement du tourteau de soja d'importation et en complément de l'herbe et des fourrages (**Site web 8**).

Le tourteau de colza peut être distribué comme correcteur azoté en ration complète et semi-complète, sans limite dans des rations de fourrages conservés incorporant habituellement moins de 40% de concentrés dans la ration.

Dans tous les cas d'utilisation, il faut assurer une transition de 2 semaines entre le tourteau de colza et l'ancien correcteur azoté pour éviter une baisse d'ingestion temporaire des vaches (**Site web 8**).



Figure N11. Les tourteaux de colza ([site web 8](#))

I.4.3. Utilisation de colza comme un engrais vert :

En raison de son cycle végétatif long, parce qu'il couvre le sol durant l'automne et l'hiver ne laisse pas le sol à nu, ses racines profondes améliorent sensiblement la terre et réduisent considérablement l'érosion des sols, le lessivage des éléments nutritifs et le dessèchement, en cela le colza est un bon engrais vert, à faucher et réincorporer au sol en fin d'hiver, comme tous les engrais verts le colza favorise l'activité microbienne dans le sol, d'abord en les protégeant des rigueurs du climat, puis en les nourrissant ([site web 9](#))

I.5. Les variétés de colza :

On peut distinguer trois types de colza

I.5.1. Colza d'hiver

A phase rosette longue, qui demande pour accomplir son cycle végétatif une période hivernale vernalisante ($<10^{\circ}\text{C}$ pendant au moins 40 jours) pour pouvoir entrer en floraison puis une photopériode longue sa tolérance au froid hivernal est élevée.

Ce type de colza prend la durée de cycle varie entre 250 et 300 jours avec une somme de température de 1700 à 1800 C° (**Boyard, 1991**).

Le colza d'hiver est caractérisé par sa résistance à des degrés de froid de moins de (-20°C) (**Soltner, 1999**).

I.5.2.Colza intermédiaire ou semi-hiver

Semé ou repiqué d'octobre à début décembre il fleurit en période de jours courts et sa récolte intervient en avril-mai.

I.5.3.Colza de printemps

A phase rosette très courte, qui ne nécessite aucune phase vernalisante mais une photopériode plus 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 température de 1200 à 1400 C° pour accomplir son cycle (Boyeldieu, 1991).

I.6. Ecophysiologie

I.6.1.Exigences climatiques

I.6.1.1.Température

Le colza est une plante des zones tempérées, il préfère les températures modérées inférieures à 25°C pendant sa phase végétative (Boukrtaoue,1993).Une température minimale d'environ 0°C. La température du sol entre 5 et 10 °C maximum. Les semis tolèrent le gel et peuvent survivre dans des températures idéales pour sa croissances se situent entre 12 °C et 30 °C la température optimale pour une croissance et un développement maximum est d'environ 21°C.

La somme des températures requise du début à la fin floraison est de 360 à 380 dj. Des températures trop élevées en fin de floraison peuvent conduire à la chute des boutons floraux (Miren et al, 1999).

I.6.1.2. La pluviométrie

Le colza est très sensible au manque ou à l'excès d'eau ,le colza est une culture particulièrement exigeante en eau ,avec un besoin global de 450 à500 mm sur l'ensemble de son cycle (Kkhtar, 1993), pour avoir une productivité maximale ,30% des besoins devraient être satisfaits durant la période levée-début floraison et 70% durant la période début floraison-maturité (Mara, 1983).

I.6.2.Exigence pédologique

I.6.2.1. Sol

Le colza préfère les sols riches, profonds, ameublés et conservant une certaine humidité tout en étant bien drainés. Cependant, peut être cultivé sur des sols très variés, les terrains qui conviennent le mieux à la culture du colza sont les terres franches ; les limons et les sols silice-argileux, argileux siliceux, c'est-à-dire les bonnes terres à blé (**Gonde et al,1968**). Par contre, les sols sablonneux ne sont pas recommandés pour la culture de colza à cause de leur faible capacité de rétention de l'eau.

I.6.2.2. Le Ph

Le meilleur Ph pour le colza se situe entre 7 et 7,8 (neutre à légèrement alcalin) (**Soltner, 1988**).

I.6.2.3. Les éléments minéraux

Les besoins du colza en éléments minéraux sont importants et restent liés aux objectifs des rendements visés. Cependant, les restitutions sont très grandes et atteignent en moyenne 50, 31 et 91%, respectivement pour l'azote, le phosphore et la potasse, à condition de restituer les résidus de récolte et les incorporer au sol. En sol riche, l'apport des éléments minéraux servira à entretenir et à compenser les exportations, alors qu'en sol pauvre, l'apport servira, en plus de la couverture des besoins, à redresser les réserves (**Zerrari et Moustouli, 2001**).

L'azote joue un rôle essentiel sur la croissance, l'indice foliaire, et le nombre de ramifications, le nombre de siliques et finalement le nombre de graines par silique, 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, Par ailleurs, le colza est particulièrement sensible à une déficience en phosphore et en soufre. Il est moins sensible aux déficiences en potassium et en magnésium, alors même que l'absorption en potassium est importante. Il est donc classé comme culture très exigeante en phosphore et moyennement exigeante en potassium.

I.6.3. Exigence agronomique

I.6.3.1. Travail du sol

Les graines de colza, des petites tailles avec des réserves faibles, sont semées à des périodes où la contrainte hydrique est fréquente. Les pratiques de préparation de lit de semences doivent donc viser à maximiser la surface de contact entre la graine et le sol pour une humectation optimale (**site web4**)

Le colza exige un travail du sol profond de 30 à 40 cm, une préparation du sol réussie favorise la qualité de la levée (rapidité et régularité) et donc indirectement le peuplement, la qualité de l'enracinement et donc l'alimentation en eau et en éléments. En sol argileux, on privilégie le travail superficiel et le déchaumage juste après la récolte pour éviter la formation des mottes le roulage systématique après chaque opération évite d'assécher le sol en le renfermant le lit de semence bien préparé (ni trop motteux, ni trop fin) ne doit pas être repris dans les 15 jours précédant le semis pour pouvoir s'humidifier rapidement dès l'arrivée des pluies (**Soltner, 1999**).

Il n'existe pas de préparation type. Il faut rechercher les matériels les mieux adaptés aux conditions de sol et de climat pour obtenir le profil cultural souhaité.



Figure N 12. Profil du sol recherché pour la culture de colza (**Soltner, 1999**)

I.6.3.2. Semis

a. Profondeur de semis

Le semis du colza dit se faire dans un sol suffisamment réchauffé d'une température de 8 à 10°C à une profondeur inférieure à 5 cm .de cette façon, la germination est rapide (**Eliards, 1979**).

b. Période de semis

Le colza nécessite un semis dans la première quinzaine de septembre pour avoir une rosette de 6 à 7 feuilles bien étalées au moment des grands froids (**Eliards, 1979**).

Dans chaque région la détermination de date de semis dépendra essentiellement du climat.

c. Densité de semis

La densité de semis se situe entre 80 et 100 graines /m² correspondant à une dose de semis de 4 à 5 kg/ha, avec un écartement entre les lignes de semis de 40 à 50 cm en cas d'utilisation de semoir mono graine. La dose de semis serait de 5 à 6 kg/ha avec un écartement de 30 à 40cm en cas d'utilisation de semoir à céréales (**Cetiom, 1988**).

I.6.3.3. Fertilisation

La fertilisation doit être raisonnée en fonction des besoins en éléments fertilisants tout au long du cycle de la culture, d'une part, et du type de sol de sa richesse en élément minéraux, d'autre part. En absence de norme de fertilisation basée sur l'analyse du sol, les doses de sécurité à apporter sont de l'ordre de 80 à 120 unités pour l'azote, 60 à 80 unité pour le phosphore, 80 à 100 unités pour la potasse et 50 unités pour le soufre. Comme le bore et le molybdène, peuvent être observées sur le colza et donc l'apport de ces éléments s'avère nécessaire (**Cetiom, 1988**).

I.6.3.4. Désherbage

Le désherbage du colza n'est à prendre en considération que dans le cas d'infestation très importante en particulier dans les cas suivants :

Le colza craint la concurrence des mauvaises herbes avant la reprise de la végétation car les besoins nutritifs deviennent très importants, il faut donc connaître les principales

adventices attendus ou présentes sur la parcelle et sélectionner les produits les plus efficaces contre les mauvaises herbes.



En zones à forte infestation, le désherbage chimique doit s'effectuer dès l'implantation du colza avec l'application des herbicides homologués de pré-semis ou de prélevée.


Le binage mécanique constitue un moyen de contrôle des adventices et peut être combiné avec le désherbage chimique en cas de semis au semoir mono-graine.


I.6.4. Maladies et ravageurs

I.6.4.1. Les maladies



Tableau N01. Les maladies de colza (**Guide culture, 2017**)




Maladies	Symptômes	Période de risque	Facteurs à risque	Méthodes de lutte
Cylindrosporiose 	<ul style="list-style-type: none"> -Plages décolorées avec des points blancs, sur les parties des limbes ou l'eau stagne. -Nuisibilité jusqu'à 6 q/ha peu fréquente dans le département 	<ul style="list-style-type: none"> -A surveiller à la reprise de végétation jusqu'à D2. 	<ul style="list-style-type: none"> -Variétés sensibles. -Résidus de colza en surface 	<ul style="list-style-type: none"> -Privilégier les variétés tolérantes. -la protection fongique ne se valorise que sur les quelques variétés sensibles.
Sclérotinia  <p>Sclérotinia : symptôme sur tige</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Maladie principale sur colza. -Conservation dans le sol sous forme de scléroties. Au printemps, les contaminations ont lieu avec les pluies. -Sur feuilles, les pétales 	<ul style="list-style-type: none"> A surveiller à partir de F1-F2 	<ul style="list-style-type: none"> -Printemps doux et humide : pluie ou forte hygrométrie ou rosée à la floraison. -Retour fréquent de cultures sensibles. Forte densité. 	<ul style="list-style-type: none"> -Peu à pas d'effet variétal connu. -La protection fongique avec un bon positionnement au stade G1 est indispensable. Cette intervention est préventive

	collés développent une pourriture. -Sur tige, à l'aisselle des feuilles, des taches blanchâtres formant un manchon blanc apparaissent. - Nuisibilité de 6 à 20 q/ha			
<p>Le phoma</p> 	-Se manifeste par un début d'apparition de tache grises cendrées et des pions noirs sur les feuilles et sur les tiges ; puis apparaissent sur le collet d'une nécrose caverneuse, brune à noire, peut provoquer la fonte de semis, ou un dessèchement un peu plus tardifs des Plantules.	A surveiller à partir de F1.	Excès d'eau, pH extrêmes, champignons antagonistes.	pour lutter contre ce parasite, il faut augmenter la durée de la rotation à trois ou quatre ans au moins et utiliser des variétés résistantes (Clement, 1981).
Oïdium	Sur les deux faces des	A surveiller à partir de	Printemps chauds et sec.	La protection fongique

	feuilles.des taches étoilées de mycélium blanc, nuisible de 5q/ha.	F1-F2	-Retour fréquent de cultures sensible.	Avec de produits à base de traizole.
---	--	-------	---	--

I.6.4.2. Ravageur :Tableau N02 : Les principaux ravageurs de colza (**Guide culture, 2017**).

Ravageur	Les stades de sensibilités	Seuil d'intervention
Charançon de la tige du chou 	Peu à pas nuisible sur colza. Souvent le vol démarre plus tôt que le charançon de la tige du colza dans les cuvettes, à la reprise de la végétation.	Une intervention insecticide est inutile.
Charançon de la tige du colza 	De la reprise de végétation jusqu'au stade boutons séparés (stade E).	Si les conditions météo sont favorables au vol et à l'élongation de la tige : intervention 8-10 jours après les 1ères captures dans la cuvette jaune. Ne pas confondre avec le charançon de la tige du chou. Des températures > 9° C sans pluie pendant 3 jours sont favorables au vol.
	A partir du stade boutons	-Colza vigoureux:

<p>Méligèthe</p> 	<p>séparés (stade E) jusqu'à début floraison (stade F1)</p>	<p>Au stade D1-D2 Pas d'intervention justifiée. Stade E justifiée 7 à 8 méligèthes par plante. Colza faible, stressé, -peu développé : Au stade D1-D2 : 1 méligèthes par plante. Stade E 2à3 méligèthes par plante.</p>
<p>Charançon des siliques</p> 	<p>A partir du stade G2 (10 1ères siliques de 2 à 4 cm) jusqu'à la fin du stade G4 (10 1ères siliques bosselées)</p>	
<p>Puceron cendré</p> 	<p>A partir du stade G2 (10 1ères siliques de 2 à 4 cm) jusqu'au stade G4 (10 1ères siliques bosselées).</p>	<p>2 colonies par m². Un traitement des bordures est souvent suffisant.</p>

I.6.5. Récolte

La récolte du colza est une opération délicate qui nécessite un grand soin pour l'effectuer dans les meilleures conditions, et ce pour deux raisons. La première est le problème de déhiscence des siliques à maturité avancée conduisant à une chute de graines ou à ce qu'on appelle égrenage. La deuxième raison est l'échelonnement de la maturité des siliques de la même plante dû à un échelonnement de la floraison, phénomène typique des plantes à croissance indéterminée comme le colza. Une récolte très précoce (humidité des graines > 20%) cause aussi bien des pertes importantes de siliques vertes non battues et de graines que des pertes au raffinage de l'huile. Une récolte tardive implique l'égrenage. La date de récolte serait optimale à une humidité de la graine située entre 9 et 15% (**Boyeldieu, 1991**). Deux techniques de récolte sont utilisables : la récolte directe et la récolte par andaïnage. La récolte directe se fait à l'aide de la moissonneuse batteuse. Il faut récolter avant l'égrenage des siliques les plus mûres (celles du haut) et lorsque toutes les siliques s'ouvrent facilement au battage. A ce stade, les graines les plus avancées sont noires et les autres sont brunes avec une humidité entre 9 et 15% (**Comapra, 1989**). Il est recommandé d'utiliser une machine à large barre de coupe afin de réduire le nombre de passages et d'éviter de récolter pendant les heures chaudes de la journée. Il est conseillé de réduire la vitesse des éléments qui entrent en contact avec les plantes. Pour réduire les pertes liées aux rabatteurs et aux diviseurs de la moissonneuse-batteuse, il serait convenable de se passer des rabatteurs en essayant de les relever au maximum et d'équiper les diviseurs de scies latérales pour limiter les effets d'arrachement. L'andaïnage, ou récolte indirecte, consiste à couper les plantes de colza précocement quand l'humidité des graines est entre 25 et 35% et à laisser dessécher jusqu'à un niveau d'humidité de l'ordre de 9% avant de reprendre ces plantes coupées ou andains à la moissonneuse batteuse pour battage (**Cetiom, 1993**). L'avantage de cette technique est qu'elle assure une meilleure homogénéité de la maturation de siliques de la base et donc une limitation des risques d'égrenage. Cette pratique était répandue en France durant les années 50 et 60 du 20ème siècle, mais elle a fortement régressé suite à l'amélioration de la performance des moissonneuses-batteuses. Actuellement, elle continue à avoir un intérêt particulier dans les zones très exposées aux vents forts (**Hebinger et Pinochet, 2013**).

Chapitre II :

La conservation des graines du colza

II. La conservation des graines du colza

II.1. Le Stockage et la conservation des graines oléagineuses

Comme les céréales, colza et tournesol peuvent se conserver à la ferme sur de longues durées. Respecter un itinéraire raisonné du stockage permet de les conserver en préservant la qualité, notamment celle de l'huile.

Les graines oléagineuses sont souvent considérées comme difficiles à conserver. Le respect de quelques règles simples permet de garantir une bonne qualité des graines à l'issue d'un stockage de longue durée. (Sylvie et André, 2010)

II.1.1. Contrôler l'humidité des graines à réception

Comme pour les céréales, l'humidité à l'entrée du stockage est une des clefs de la réussite. Pour une bonne conservation du colza sur une longue durée (supérieure à 6 mois), l'humidité des graines doit être comprise en 8 et 9 %. Pour le tournesol, généralement plus riche en huile, il faudra se situer entre 7 et 8 %. Plus la teneur en huile est élevée, plus l'humidité des graines doit être basse. Pour les nouvelles variétés de tournesol qui atteignent 50 % d'huile, il faudra même rechercher des teneurs en eau entre 6,5 et 7 %. Que faire lorsque l'humidité des graines à la récolte est trop élevée, Entre 9 et 11 %, la ventilation de refroidissement permet de perdre de 1 à 2 points d'humidité. Entre 11 et 15 %, la ventilation séchant est possible. Au-delà de 15 %, il faut réaliser un séchage rapide des graines (température de 75 °C maximum pour le colza et 70 °C pour le tournesol, sinon risque d'incendie de séchoir) (Sylvie et André, 2010)

II.1.2. Pilotage de la ventilation de refroidissement

Abaisser rapidement la température des grains à la récolte permet d'éviter un échauffement du tas. Bien souvent, la température des graines à la récolte est élevée, l'objectif est alors de l'abaisser le plus rapidement possible pour éviter un échauffement du tas, mais également une infestation par les insectes. Il est vivement conseillé de déclencher la ventilation dès que les grilles de ventilation sont recouvertes de graines. L'amplitude du refroidissement dépendra de la différence de température entre le tas de graines et l'air de ventilation. Cet écart doit, pour des raisons technico-économiques, être compris entre 7 et 10 °C. (Sylvie et André, 2010)

En théorie, lorsque l'on souhaite conserver ses graines sur une longue durée, il est conseillé de respecter pour leur refroidissement la règle des trois paliers de ventilations :

- 1er palier dès la mise en stockage, le plus tôt possible (température de consigne 20 °C),
- 2e palier dès que les températures le permettent (consigne 12 °C),
- 3e palier dès les premières gelées (consigne 5 °C). (**Sylvie et André, 2010**)

II.1.3. Attention aux résidus

D'insecticides Le traitement insecticide des cellules vides peut entraîner des résidus dans les graines. Aussi, il est conseillé de respecter un délai entre l'application du produit et la mise en stockage, afin d'éviter les risques de dépassement des LMR (limites maximales de résidus) par le contact des graines aux parois traitées. En préalable aux conservations détaillées ci-dessous, les parois des cellules avait été traitées comme préconisé au minimum deux semaines avant leur remplissage. Des résidus de pyrimiphosméthyl ont été retrouvés dans des prélèvements effectués à la vidange des cellules, soit au bout de 11 mois de conservation. Les teneurs étaient inférieures à la LMR (50 µg/kg) : entre 13 et 54 µg/kg pour le tournesol avec une moyenne de 20 µg/kg, entre 17 mg/kg et 67 µg/kg pour le colza avec une moyenne de 33 µg/kg. Le risque était, ici, amplifié car le rapport entre la quantité stockée (24 t pour le colza et 12 t pour le tournesol) et la surface traitée (surface en contact avec le colza 51 m² et 33 m² pour le tournesol) est particulièrement défavorable. Dans des cellules de plus grande capacité, ce rapport quantité de graines stockées/surface traitée sera plus faible. La teneur en résidus d'insecticides sera alors plus faible, voire non détectable (**Cetiom, 2007**)

Aucun résidu d'insecticide n'y a été détecté dans 80 % des cas où les parois des cellules sont traitées avant la mise en stockage (cellules contenant en moyenne 150 tonnes de colza, et 77 tonnes de tournesol)

Si les délais et les doses sont respectés, le seul traitement des cellules avant leur remplissage ne constitue pas un risque de dépassement de LMR. Cependant, les résidus d'insecticide sont répartis de façon hétérogène. Les graines en contact avec les parois sont plus sujettes à contamination ; il est donc très difficile de réaliser un échantillon représentatif et le risque d'avoir un prélèvement dépassant la LMR n'est pas négligeable. Par ailleurs, le

traitement insecticide des locaux et matériel s'avère, dans la pratique, souvent insuffisant. La lutte contre les insectes la plus efficace reste l'assemblage d'actions préventives qui se complètent en un itinéraire raisonné du stockage. Dans l'ordre : **(Sylvie et André, 2010)**

- Un nettoyage méticuleux (soufflage — balayage — aspiration) des installations de stockage et des équipements de manutention,
- Une humidité des graines suffisamment basse,
- Un nettoyage des graines avant mise en cellule
- Une bonne maîtrise de la température par la ventilation de refroidissement. En cas de présence d'insectes, détectés souvent à la sortie de l'hiver, car ils profitent de la remontée des températures pour se développer, un nettoyage mécanique des graines avant expédition réduit fortement l'infestation. En effet, les insectes généralement présents sur oléagineux s'éliminent facilement lors d'un passage au nettoyeur **(Cetiom, 2007)**.

Tableau N03. Principales conditions expérimentales de l'essai de l'institut du végétal

(cetiom, 2007)

/	Colza	Tournesol
Quantité stockée (t)	24	12
Poids spécifique (kg/m³)	648	436
Taux d'impuretés (%)	0.8	1.7
Diamètre cellule (m)	3.28	3.28
Traitement des parois de la cellule au pyrmiphos-méthyle (g/m)	0.2	0.2
Durée entre traitement parois et remplissage cellule (jours)	16	41
Surface traitée en contact avec graines (m²)	50.7	33.2

II.1.4. Vérifier la propreté des graines

Il est indispensable de nettoyer les graines avant la mise en stockage si le pourcentage d'impuretés est supérieur à 2 %, pour diminuer de façon conséquente le développement d'insectes dans le tas et l'échauffement des graines dû à l'humidité des impuretés. Cela permettra aussi une meilleure efficacité de la ventilation. Le nettoyage des graines, mais aussi du séchoir, est absolument nécessaire avant séchage, 80 % des incidents sur séchoirs survenant lors de séchage de tournesol sans respect de ces deux règles (**Sylvie et André, 2010**).

Nettoyage des installations, des graines, humidité basse des graines et bonne maîtrise de la ventilation sont les clés de la réussite du stockage.

Nettoyer plus pour traiter moins est encore plus vrai pour les oléagineux que pour les céréales à paille (**Perspectives agricoles, 2010**).

II.2. Les formes de stockage (Audfray *et al.*, 2011)

II.2.1. A plat

Consiste à stocker à plat et de façon provisoire de petits volumes de céréales dans un endroit propre, sec et ventilé.

II.2.2. En cellule

Convient au stockage de plus gros volumes sur de longues durées. La qualité de conservation impose de stocker des graines sèches. Dans certains cas (maïs, blé noir, lupin) le séchage sera nécessaire.

II.2.3. En grain humide

Consiste à broyer la graine à la récolte (à une humidité supérieure à 32%) et à le conserver dans un silo fermé hermétiquement, à l'abri de l'air, en assurant un très bon tassement. Ainsi en anaérobiose, les bactéries lactiques se multiplient et transforment les sucres en acide.

Ce mode de stockage convient bien au maïs grain à condition d'avoir un système de distribution adapté.

II.2.4. Intertage

Visé à stocker la graine d'une humidité inférieure à 32% à l'abri de l'air dans un silo étanche et à le broyer au moment de l'utilisation. Les graines en respirant, absorbent l'oxygène et dégagent du gaz carbonique qui remplace progressivement l'air. La conservation sous CO₂ (beaucoup utilisée en industrie) limite ainsi l'activité enzymatique et fermentaire. Seules les bactéries lactiques et les levures colonisent le silo.

II.3. Les conditions de stockage du colza

L'humidité des graines doit se situer autour de 8% ; ce qui correspond à une humidité relative de l'air de 70%, qui limite le développement de micro-organismes. Top sec, en dessous de 6-7%, les graines peuvent se casser lors des manutentions au-delà de 9%, il ya des risques d'échauffement et d'altération de huile des graines (**Site web 10**).

II.4. Les bonnes règles de conservation (Site web 10)

Récolter des graines saines et à maturité.

Eliminer les impuretés au nettoyeur-séparateur (les impuretés sont plus humides et créent des foyers d'échauffement).

Refroidir progressivement les graines dans les cellules de stockage par « doses de ventilation » pour ramener les graines à 10°C(**Site web 10**).

II.5. Les étapes de stockage de colza

Au la conservation à court terme

Avant la mise en cellules, les graines doivent être passées au nettoyeur-séparateur afin d'éliminer les impuretés qui pourraient bloquer le passage de l'air lors de la ventilation, puis ventiler dès la mise en cellules sans attendre que celle-ci soit pleine. (**Audfray et al., 2011**)

II.5.1. Le nettoyage des installations

C'est l'essentiel de la prévention contre les insectes et les rongeurs. Des murs, un sol, des parois lisses sont à rechercher car la moindre anfractuosité est un refuge pour les insectes. Pour les rongeurs, la présence de chats est dissuasive. Il existe des produits homologués en bio pour désinfecter les locaux. (**Audfray et al., 2011**)

II.5.2. Nettoyage des graines

Il permet d'éliminer les impuretés qui limitent la conservation. Une moissonneuse bien réglée évite ainsi de ramener trop d'impuretés au silo.

Préférer une machine capable de trier les débris qu'ils soient légers ou lourds, comme un nettoyeur séparateur ou un nettoyeur calibreur (**Audfray et al., 2011**).

II.5.3. Tri

Il est conseillé de le faire avant le stockage sur des mélanges à deux espèces maximum. Au delà, cela devient irréaliste. Si l'on ne souhaite pas investir dans un trieur, il est possible de faire appel à des entreprises de triage professionnelles (CAM, Pocréau....). Rarement fait au moment de la récolte, il exige donc des manutentions supplémentaires (**Audfray et al., 2011**).

II.5.4. la ventilation

L'écart de température en été entre le grain et l'air ambiant n'est jamais suffisant pour refroidir complètement la graine. La ventilation devient alors indispensable. Des écarts de plus de 6° sont à éviter pour limiter les phénomènes de condensation et de formation de moisissures. Il est possible de refroidir avec de l'air humide si la température de l'air ventilé est inférieure à celle du grain. On distingue 3 périodes de ventilation : (**Audfray et al., 2011**)- en été pour avoir du grain en dessous de 18°.

- en automne pour avoir du grain en dessous de 12°.

- en hiver pour avoir du grain en dessous de 5°.

Un thermostat ou hygromètre permet de la déclencher. Son coût est à comparer avec les risques de pertes de grains par moisissures ou insectes. Néanmoins, en cas de pullulation d'insectes, on peut avoir recours à du pyrèthre naturel (**Audfray et al., 2011**).

II.5-5. Le séchage

Il est utile pour le stockage de grains de pois supérieurs à 17% d'humidité, de céréales supérieurs à 16% ou encore d'oléagineux à plus de 10%. Pour les céréales entre 16 et 20% d'humidité, l'air de la ventilation peut être réchauffé (fioul, gaz). Au delà, c'est impossible. Si

la récolte stockée au silo est trop humide, il faudra sécher ou envisager une conservation différente (ensilage, inertage, déshydratation) (**Audfray *et al.*, 2011**).

Certaines marques proposent des appareils mobiles spécialement pour le séchage en lot.

II.6. La conservation de colza dans des banques des semences et des graines

Au la conservation à long terme.

II.6.1. Définition d'une banque des semences et des graines

Une Banque de semences est un type de banque de gènes : on y conserve des semences de plantes cultivées ou sauvages dans le but de les préserver d'une disparition totale. La BS des CJB est destinée à la conservation à long terme de lots de graines de plantes sauvages indigènes menacées de Suisse. L'accent est mis sur différents projets et sur la sauvegarde de la biodiversité végétale régionale et cantonale (en collaboration avec les services de l'Etat de Genève et de la Confédération helvétique compétents dans ce domaine). (**Mombrial, 2016**)

Les banques de semences sont des centres responsables de la conservation du matériel génétique végétal. Collection de plantes préservées sous forme de semences entreposées leur survie pendant de longues périodes de temps ces graines sont recueillies dans la nature ou à partir de plantes cultivées et constituent une contribution essentielle aux collections vivantes (**Johnson, 2008**). Les graines de près de 10 % de la flore mondiale et de 70 % des espèces de plantes en Europe, sont conservées dans des banques de graines (**Godefroid *et al.*, 2011**). Des efforts sont mis en œuvre pour étendre la couverture de ces banques de graines, notamment pour inclure du pollen de plante à graines et des spores de fougères, de mousses, de champignons et de microorganismes.

Pour les nombreuses espèces végétales à semences orthodoxes (tolérantes à la déshydratation) existantes, la conservation des graines est la méthode la plus efficace et la plus facile à mettre en œuvre. Ces graines se caractérisent par leur capacité naturelle à résister à une forte déshydratation puisque à maturité elles possèdent des teneurs en eau très faibles représentant 3% à 7% du poids de la graine mature (**Engels et Visser, 2003**).



Figure N 13. Banque de semences (site web11)

II.6.2. Le rôles d'une banque de semences et des graines

Les banques de semences sont une méthode d'urgence pour la conservation des plantes et assurent deux fonctions majeures : $\frac{3}{4}$ préserver à long terme les semences des espèces végétales rares ou endémiques, et ainsi éviter d'éventuelles extinctions d'espèces vulnérables ou en danger dans un futur proche, $\frac{3}{4}$ améliorer la disponibilité du matériel végétal difficile à obtenir pour des objectifs de recherches appliquées en phytotaxonomie, stimulant ainsi la connaissance de ce matériel (Mombrial, 2016).

II.6.3. les missions de la banque des semences et des graines

Les missions de la banque de graines sont énoncées en accord avec les catégories des missions proposées aux JB. En les incluant dans les mêmes catégories que celles des JB, nous arrivons à comprendre l'importance du sens des propositions établies par les et par les organismes européens et internationaux attachés à la Convention pour la Diversité Biologique (Mombrial, 2016).

II.6.3.1. Mission de conservation

Il s'agit de conserver de manière préventive la diversité génétique du patrimoine végétal du jardin ainsi que la flore de la région et de l'état. De cette manière la pérennité des collections est assurée face aux éventuelles pertes provoquées par diverses raisons. Les nouveaux moyens de conservation disponibles pour le jardin et pour la banque seront utilisés prioritairement pour la conservation des espèces exceptionnelles (Mombrial, 2016).

II.6.3.2. Mission scientifique

Avant tout, les recherches nécessaires (essais de germination, tests de viabilité...) sont mises en œuvre pour comprendre et essayer de résoudre les problèmes inhérents au travail quotidien avec les graines des plantes sauvages (dormance, mauvaise fructification, ...). La recherche et la vigilance exhaustive à l'intérieur de l'itinéraire dans la banque sont intensifiées pour les espèces exceptionnelles. L'étude des graines 1 Cf. Glossaire conservées pour des personnes intéressées est facilitée si les conditions de stockage le permettent (**Mombrial, 2016**).

II.6.3.3. Mission éducative

Elle se manifeste principalement à travers la collaboration avec des personnes, des associations ou des institutions en lien avec l'éducation. La banque de graines met à disposition le matériel végétal nécessaire pour la diffusion de la connaissance du monde végétal(**Mombrial, 2016**).

II.6.3.4. Mission de diffusion des ressources génétiques

Via l'Index Seminum, les JB s'échangent les graines pour un entretien correct, une bonne conservation et le développement des collections. Grâce à l'échange de graines, ils collaborent aussi au bon déroulement de la recherche scientifique mise en place dans d'autres pays et qui peuvent avoir besoin du matériel végétal de la région(**Mombrial, 2016**).

La mission de diffusion des ressources génétiques via Index Seminum a été une des plus importantes missions pour les JB pendant leur histoire. La conservation à court terme du patrimoine végétal du jardin (« compte rendu atelier banque de semences », 1993) a également été privilégiée au détriment de la conservation de la flore menacée et protégée au niveau régional et national. Actuellement, la rénovation des conditions structurelles du jardin et de la banque de graines sont en train de permettre de renforcer la cohérence des orientations définies par le réseau des JBF et par les traités européens et internationaux dans lesquels s'inscrit le réseau (**Mombrial, 2016**).

II.6.4. La structure physique de la banque des graines et des semences (Mehdadi, 2020)

La structure d'une banque de graines est déterminée par les espaces physiques dans lesquels sont développés ses travaux : séchage de graines, tri et nettoyage, stockage des collections, recherche scientifique,...

Bien que chacun des travaux de la banque pour avoir une espace physique spécifique pour sa réalisation, l'unification de ces espaces dépend de l'infrastructure du bâtiment et des conditions physiques des espaces disponibles (isolement, orientation, situation par rapport aux autres espaces...). Il faut prendre en compte certains principes basiques et évidents pour la structuration des différents espaces d'une banque. Ainsi à titre d'exemple, le tri et le nettoyage des graines (opération qui provoque de la poussière et des restes végétaux) ne peuvent pas partager l'espace de travail dédié à la recherche scientifique en laboratoire (opération nécessairement propre, ou stérile, si en elle s'y développe la culture in vitro). De plus, il n'est pas recommandé de dédier une espace où l'humidité ambiante est élevée au séchage des graines, cela pourrait provoquer l'apparition de maladies. De la même façon, la salle de stockage de la collection active ne peut pas supporter des conditions d'humidité et de température trop élevées. Le contrôle de ces paramètres sera indispensable dans cette salle. Si nous prenons en compte ces indications minimales, l'existence de trois espaces indépendants semble indispensable : (Mehdadi, 2020)

- Salle de séchage et de tri et nettoyage
- Salle de stockage de la collection active (que nous appellerons « graineterie »)
- Salle du laboratoire et de stockage de la collection passive
- Salle de séchage (ancien grenier du bâtiment) : située dans la partie la plus haute du bâtiment, elle présente des conditions de température et d'humidité adaptées au bon séjour des graines, dès la récolte jusqu'au tri et au nettoyage (séjour qui peut durer jusqu'à 10 mois). Un bon isolement vis à vis de l'humidité extérieure (relativement forte dans la latitude dans laquelle nous nous trouvons) ainsi que l'orientation des fenêtres permettent des conditions appropriées pendant toutes les saisons. Bien que les conditions de la salle soient bonnes car des problèmes dans les étapes suivantes au séchage ne sont jamais apparues, la température et l'humidité ne sont pas contrôlées tout au long de l'année et la propreté de la salle est assez précaire. (Mehdadi, 2020)

- Salle de tri et de nettoyage : elle se trouve dans un espace dédié entièrement à ce travail, même si elle pourrait se trouver avec celle du séchage. Les conditions requises par cette salle ne sont pas spécialement déterminantes pour le maintien de la viabilité des graines car leur séjour est relativement court (environ 1 mois). Nous trouvons dans cette salle des conditions fraîches sans trop d'humidité et la prédominance d'obscurité. Pendant le temps de réalisation de ce travail, la partie du bâtiment contenant la salle de tri et de nettoyage et le local de gavage des étiquettes est en train d'être réaménagée. Avec le réaménagement, une partie des nouveaux espaces sera consacrée à l'élargissement du laboratoire, une petite salle est hypothétiquement destinée à contenir la nouvelle chambre froide (**Mehdadi, 2020**)

- Collection active vs collection passive et la salle de gravage et celle du tri et du nettoyage s'échangeant leurs places antérieures. Avec ce réaménagement, une porte qui donne directement à l'extérieur du bâtiment permettra les responsables du tri et du nettoyage de ne pas passer à chaque aller-retour par le laboratoire, comme c'était le cas auparavant, favorisant la propreté de la salle du laboratoire. Les plans du réaménagement figurent dans l'annexe II, en présentant les deux possibilités envisagées : sans chambre froide ou avec chambre froide.

- Salle de stockage de la collection active « graineterie » : elle est le centre névralgique de la banque de graines, car c'est dans cette salle que convergent l'entrée de graines pour leur stockage actif (depuis la salle de tri), la sortie des graines vers le stockage par le froid (stockage passif) et la recherche scientifique (au laboratoire). C'est en plus l'endroit où se trouve le responsable de la banque de graines. C'est de là qu'il développe tous les travaux liés à la banque. C'est aussi le lieu de référence pour la résolution des problèmes qui apparaissent pendant l'itinéraire des graines autant à l'intérieur de la banque qu'à l'extérieur(**Mehdadi, 2020**)

C'est un espace clé dans l'établissement de la relation entre le matériel végétal stockée dans les collections de graines de la banque et les collections de plantes vivantes du jardin. Si la régénération du matériel végétal de la banque est liée au bon état des collections extérieures, le bon état des collections extérieures est lié à l'anticipation de sa régénération à partir du matériel végétal de la banque. C'est donc ici que se détermine le haut degré d'implication entre les deux collections (graines-plantes). Remarquons aussi que l'accès aux graines de la collection est facile (simples casiers), cela fait de cette salle un espace très fréquenté autant par les jardiniers-botanistes que par des personnes extérieures au jardin. (**Mehdadi, 2020**)

La salle maintient des conditions relativement stables pendant les différentes saisons de l'année. Sa température varie approximativement de 17 à 27 degrés (chiffres non mesurés). L'utilisation du chauffage pendant les mois les plus froids n'a pas causée apparemment de problèmes de détérioration des graines. (**Mehdadi, 2020**)

- Salle du laboratoire et du stockage de la collection passive : il s'agit de l'espace où sont développées toutes les recherches scientifiques liées à la conservation des graines. C'est un espace le plus aseptisé possible. L'entrée est réduite à des personnes liées directement à ces travaux. C'est un espace physique peu fréquenté. C'est ici que se trouvent les réfrigérateurs et les congélateurs dédiés au stockage à long terme des espèces exceptionnelles du jardin. (**Mehdadi, 2020**)

Le laboratoire ne travaille pas uniquement avec les graines, comme par exemple la multiplication in vitro d'explants. C'est pour cette raison que le laboratoire peut être considéré comme un élément à part de la structure de la banque de graines. Il est autonome, mais il appartient à la globalité du jardin. (**Mehdadi, 2020**)

Ses conditions sont celles de n'importe quel laboratoire : aseptie maximale, lumière principalement artificielle, humidité et température contrôlées (étant donné que l'isolation est provoquée par la situation de la salle dans le bâtiment). (**Mehdadi, 2020**)

Finalement, il est intéressant de noter qu'il existe une confusion sur le mot « banque de graines » pour les personnes non habituées à traiter avec ce terme. La méconnaissance de l'itinéraire que les graines doivent suivre pour arriver à l'espace de stockage fait que tous les autres espaces et les étapes qui font partie de la banque (salle de tri, de séchage, ...) sont ignorés. Il serait intéressant de mettre en valeur ces espaces qui interviennent dans l'itinéraire ainsi que les personnes qui participent à leurs activités (récolte, tri, nettoyage, ...)(**Mehdadi, 2020**).

II.6.5. Les méthodologie à suivre pour la constitution d'une banque des graines et des semences

II.6.5.1. Planification des récoltes

Une activité critique dépend de l'efficacité de toute stratégie de conservation ex-situ. Les botanistes collecteurs doivent être informés sur tous les détails du projet et recevoir des instructions précises sur cette collecte des graines, devant comprendre en particulier un avertissement clair afin d'éviter toute menace pouvant mettre en danger certains taxa. Ce qui serait paradoxal quant l'intention réelle est exactement l'inverse. Des instructions sur la santé et la maturité des graines doivent être également comprises. La taille des échantillons ne peut être fixée par avance puisqu'elle est sujette à de nombreuses circonstances.

Les itinéraires pour la collecte doivent être minutieusement planifiés, en déterminant d'avance les régions qui abritent un maximum d'espèces intéressantes et le moment favorable pour la plupart d'entre elles d'être à maturité. On doit visiter non pas une seule, mais plusieurs localités, le plus souvent distantes, où les espèces sont connues pour être matures à cette époque. Economiquement, ceci peut être moins rentable surtout quand les espèces rares et difficiles à trouver sont recherchées. Il est recommandé, dans ce cas, de combiner la collecte des graines avec d'autres activités botaniques, comme la collecte de données écologiques ou démographiques sur les espèces rares (Mehdadi, 2020).

Identité			Nettoyage		
Taxon :			Hette d'aspiration / Vents / Tamis (taille inf.) :		
Localité :			Agricules (puissances) :		
N° collecteur : ___ / ___ / ___			Autre :		
N° S A : _____ S / Parents : _____ S			Post-maturation / Parasites / Endommagées		
Date de récolte : ___ / ___ / ___			Effectif original		
Récolté par :			Nb compté : _____ Poids pesé :mg		
Herbier : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Photo : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			Poids total :mg		
Historique (entrée/sortie CS, nettoyage, traitement, conditionnement)			Nb total (A) :graines		
Intervention	Date	Intervenant	Indénombrables rH :% / T L :°C		
			Viabilité		
			Nb TV (B) : _____ Nb viable : _____		
			Taux de viabilité : _____ %		
			Nb total pondéré :graines		
			Répartition		
			Nb TG (C) : Reste [= A-(B+C)] :		
			Nb CD :graines		
			Nb LD :graines		

Figure N14. La planification de récolte (Mombrial, 2016)

II.6.5.2. Collecte des graines

La collecte des graines des plantes rares et endémiques peut être entreprise de façon optimale par un botaniste qui envisage de préserver une partie substantielle de ces plantes, avec la coopération des botanistes locaux, et peut achever cette activité de collecte en seulement quelques saisons. La collaboration des botanistes locaux est un facteur important pour augmenter l'efficacité et réduire les coûts de la collecte des graines et pour l'ensemble du programme. Par la suite, il peut consacrer ses efforts à compléter la collection avec les cas difficiles ou pour augmenter la variabilité intra spécifique des taxa intéressants avec de nouvelles collectes à l'échelle des populations (Meddour et Derridj, 2016).



Figure N15. La récolte du grain.

(Mehdadi, 2020)



Figure N16. Le matériel de la récolte des graines

(Mehdadi, 2020)

II.6.5.3. Enregistrement

L'enregistrement est l'attribution d'un numéro d'identification unique appelé numéro d'accession, pour suivre chaque échantillon de semences reçu par une banque de gènes afin de le distinguer des autres échantillons. L'enregistrement est réalisé afin de permettre aux banques de gènes de conserver des archives exactes des échantillons et pour produire des listes d'inventaires pour la conservation, la distribution et d'autres aspects de la gestion du matériel génétique. L'enregistrement est réalisé dès que l'échantillon entre dans la banque de gènes. Pour une gestion et une utilisation efficaces des collections (Rao *et al.*, 2006).

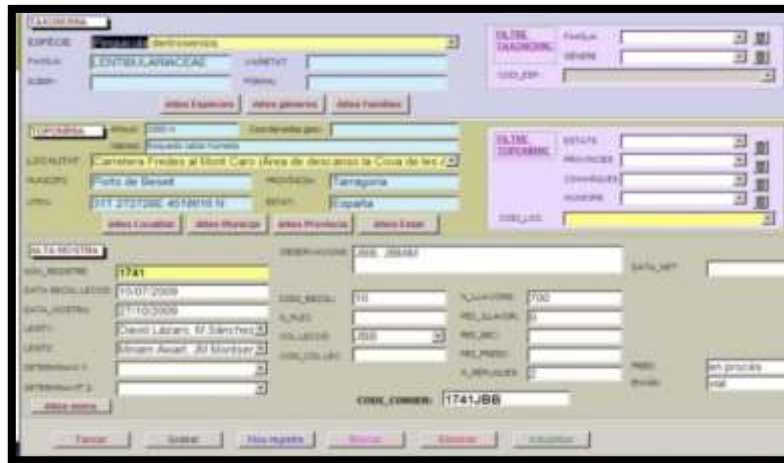


Figure N17. Logiciel de banque de graine (Mehdadi, 2010)

II.6.5.4. Herbar

La collecte de l'échantillon de graines et celle du spécimen d'herbier de la plante sont réalisées simultanément, il est compréhensible que la qualité du spécimen est difficilement parfaite (absence de quelques caractères de la feuille ou de la fleur nécessaires pour la distinction avec les autres taxa étroitement apparentés). A ce propos, sur un total de 200 échantillons de graines de Crucifères, issus des collections de plusieurs jardins botaniques, Gomez-Campo(1985) signale un pourcentage élevé d'erreur (30 %) dans l'identification. (Mehdadi, 2020)



Figure N18. Herbar (Mehdadi, 2010)

II.6.5.5. Nettoyage

Le nettoyage des semences est l'enlèvement des débris, du matériel inerte, des semences abîmées ou infectées et des semences d'autres espèces, pour augmenter la qualité des échantillons pour le stockage **(Rao, 2006)**.

Le nettoyage des semences est nécessaire pour : **(Rao, 2006)**

- Réduire le volume pendant le transport en enlevant les matériaux étrangers ;
- Améliorer la pureté des échantillons en enlevant les semences abîmées et immatures ;
- Optimiser l'espace de stockage et réduire les coûts

Les semences doivent être nettoyées immédiatement après la récolte ou peu après leur arrivée à la banque de gènes. Les fruits peuvent être mous et charnus, comme les drupes avec une pulpe charnue, ou dure et parcheminés, comme les gousses. L'extraction des semences est donc la première étape du nettoyage des semences. Si les semences ne peuvent pas être manipulées immédiatement, les fruits peuvent être stockés pour une courte durée avant l'extraction des semences. Les fruits mous sont stockés de manière optimale à 10–15°C dans une humidité suffisamment élevée pour prévenir leur dessèchement. Les fruits durs ou secs sont stockés de façon optimale à l'ombre en couches fines. Il est essentiel que l'air circule librement entre les fruits humides. Pour faciliter cela, les fruits doivent être conservés dans des conteneurs ventilés tels que des plateaux avec des trous ou des fonds en grillage, ou dans des sacs en filets de nylon **(Rao, 2006)**.

Le nettoyage ne doit pas abîmer les échantillons ou conduire à un gaspillage. Il peut être réalisé manuellement ou mécaniquement, mais il est fortement recommandé aux banques de gènes de nettoyer les accessions à la main pour les raisons suivantes :

- Le nettoyage mécanique peut conduire à une sélection au sein d'accessions génétiquement hétérogènes (du fait de l'exclusion des très petites et très grosses semences qui passent par les ouvertures mécaniques) **(Rao, 2006)**.
- Les équipements nécessitent un nettoyage rigoureux et souvent des ajustements précis entre les accessions **(Rao, 2006)**.

Etape 1 : Séparation des débris.

Partie I : Chapitre II : Conservation des graines du colza

Etape 2 : Examen des semences pour identifier les dégâts causés par les champignons et les insectes.

Etape 3 : Examen des semences pour identifier les dommages mécaniques et les semences vides

Etape 4 : analyse de pureté.

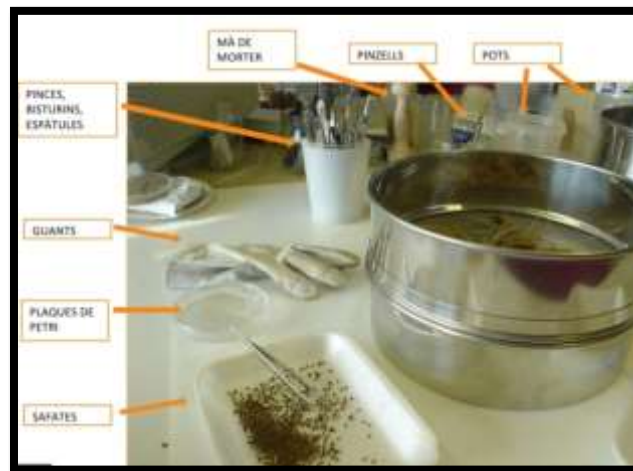


Figure N19. Le matériel de nettoyage (Mehdadi, 2010)

II.6.5.6. Poids frais

C'est le poids des grains avant la déshydratation sans altérer la composition en eau de la graine, c'est la mesure de l'échantillon à l'état frais.



Figure N20. La balance électrique (Mehdadi, 2010)

II.6.5.7. Morphométrie

C'est l'étude et l'analyser de la forme des graines, les données ont l'objet de statistique, par exemple pour comparer différentes formes entre elles de manière objective et chiffrée, est utilisé pour mesuré la taille des graines.

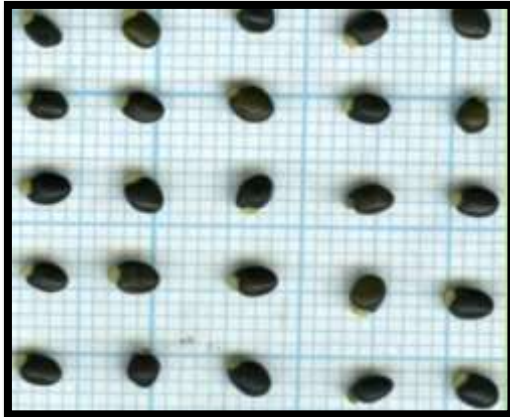


Figure N21. La mesure de la taille des graines
(Mehdadi, 2010)



Figure N22. Loupe binoculaire
(Mehdadi, 2010)

II.6.5.8. Déshydratation

Figure N23. La déshydratation des graines
(Mehdadi, 2020)



Figure N24. Gel de silice
(Mehdadi, 2020)

En pratique, la déshydratation des graines peut être facilement obtenue dans une atmosphère sèche, un local de séchage, par la chaleur solaire ou artificielle ou en utilisant des déshydratants chimiques, comme le chlorure de calcium (CaCl_2) ou le silica-gel, une

substance qui peut réduire leur humidité à moins de 3 %. Celle-ci contient du cobalt de couleur bleue virant au rose quand il absorbe de l'humidité.

II.6.5.9.Poids sec

Le poids sec est le poids de matière qui reste lorsque l'eau est partie et que le poids reste constant (**Lovegrove, 1966**).c'est le poids des graines mesurés après la déshydratation.

II.6.5.10.Conservation dans des flacons

Il est utile d'insister sur l'importance de la fermeture hermétique des conteneurs qui seront utilisés pour le stockage permanent des graines. Ces conteneurs sont de nature diverse :

- Capsules de verre scellées à la flamme (ampoules), - petites bouteilles de verre à capsule vissée, - boîtes en métal hermétiques (mais les graines peuvent y être endommagées par les vapeurs de métal à long terme), - pots en complexe aluminium-plastique, qui doivent être correctement imperméables à l'eau et à l'oxygène. Le choix du conteneur dépend de la valeur du matériel à préserver, de son coût et des objectifs poursuivis. Pour des plantes endémiques de grande valeur, à conserver sur de longues périodes, les capsules de verre scellées sont de loin le système le plus sûr et sont donc vivement recommandées. Un peu de silica-gel sera déposé à l'intérieur, mais pour éviter son mélange avec les graines, il faut les séparer avec du coton perméable ou un morceau de papier. Les capsules sont ensuite hermétiquement closes à la flamme à l'aide d'une pince à sceller. Il faut que l'étanchéité du système vis-à-vis de l'oxygène de l'air extérieur soit parfaite. L'anaérobiose est obtenue, soit par mise sous vide, soit par saturation de l'air du récipient par du dioxyde de carbone (ou de l'azote) (**Mehdadi, 2020**)



Figure N25. La conservation des graines dans des flacons(**Mehdadi, 2020**)

II.6.5.11. Stockage

Le stockage vise à conserver les semences le plus longtemps possible, au plus proche de leur état initial. Les lots sont en général conservés plusieurs dizaines d'années. Il est communément admis que le succès du stockage dépend des trois facteurs principaux suivants :

1. Le degré initial d'humidité de la semence.
2. La qualité de la semence au moment de la récolte.
3. La température de stockage, combinée avec le degré d'humidité relative.

Le stockage des semences conditionnées s'effectue suite à un contrôle final de l'ensemble des données liées à chaque bocal. Il est réalisé conjointement par deux personnes 2 à 3 fois par an, les bocaux contenant les semences déshydratées sont entreposés à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ soit dans des congélateurs, soit dans la chambre de congélation (principal lieu de stockage). Bien que ces conditions ne soient pas idéales pour toutes les espèces, il semble néanmoins qu'elles soient favorables à une conservation à long terme pour une grande majorité d'entre elles. Un taux d'humidité relative trop élevé (supérieur à 40%) ou une température trop basse (inférieure à $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) diminue la survie à long terme de la plupart des graines (**Hong *et al.*, 1996**).



Figure N26. Le stockage des graines dans des frigos (**Mehdadi, 2020**)

II.6.5.12. Test de germination

La raison essentielle pour laquelle il convient de conduire des tests de germination sur les semences collectées, avant qu'elles soient placées en stockage permanent, est de savoir si elles présentent un quelconque problème de dormance (d'origine tégumentaire ou embryonnaire). Pour obtenir ce genre d'information, on peut réaliser la série de tests proposée par **Thompson et Brown (1972)**.

Les graines dormantes sont parfaitement viables, mais elles sont affectées par certains facteurs inhibiteurs qui empêchent la germination, même quand elles sont placées dans des conditions adéquates de température, d'humidité et d'oxygène (test standard). Fort heureusement, environ 15 % seulement des plantes endémiques de la région méditerranéenne présente de sérieux problèmes de dormance (**Ayerbe et Ceresuela, 1981**). Les exemples les plus fréquents se réfèrent à des graines à téguments durs (Légumineuses) ou aux plantes de montagne.

Dans le cas des graines à téguments durs (dont la dormance est d'origine tégumentaire), une scarification mécanique ou un traitement chimique avec de l'acide sulfurique peuvent être suffisants pour faciliter la levée de dormance (**Gomez-Campo, 1985**). L'immersion des semences dans l'azote liquide est également un procédé très efficace car la différence de température qu'elles subissent lors du trempage et au moment de leur retour à l'air provoque de fines craquelures dans les enveloppes qui deviennent alors perméables à l'eau (**Côme, 1982**).

Dans le cas des graines de plantes de montagne, qui sont naturellement sujettes à une saison froide, un traitement par le froid est nécessaire. La dormance embryonnaire s'élimine habituellement par stratification, en plaçant les semences dans un milieu humide, à des températures basses mais positives. Il est important de noter que le froid doit être appliqué aux graines imbibées. Un traitement de un ou quelques mois à une température de l'ordre de 5 °C suffit dans la plupart des cas (**Côme, 1982**). Selon Gomez-Campo (1985), 2 à 4 semaines de stockage à 1-3 °C est habituellement suffisant pour obtenir des effets satisfaisants. En effet, il existe une relation étroite entre la température et la durée du traitement à appliquer pour lever la dormance embryonnaire. Ce traitement doit être d'autant plus prolongé que la température est plus élevée. D'une façon plus générale, si la germination des semences des espèces des climats tempérés à des températures fraîches est un phénomène général (Côme,

1982), celles des plantes méditerranéennes tendent également à germer à des températures relativement faibles (**Gomez-Campo, 1985**).

De nombreuses graines dormantes arrivent facilement à germer, si elles sont traitées avec une dose suffisante (1000 à 2000 ppm) d'acide gibbérellique, qui est un excellent neutraliseur d'une éventuelle action de substances inhibitrices (**Duran et Retamal, 1983**).

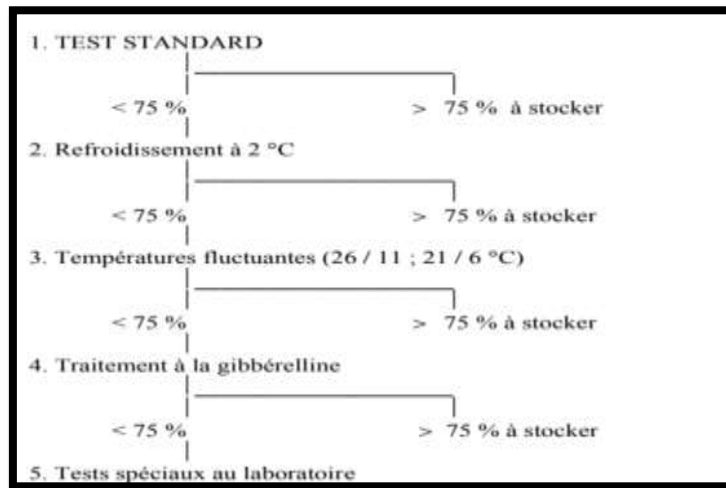


Figure N27. Série de tests de germination des graines avant leur stockage permanent (**Thompson et Brown, 1972**)

Les espèces qui restent sans germer en ayant subi toute la série de tests (refroidissement, stratification, traitements chimiques) sont non viables ou ont un mécanisme obscur de dormance. Normalement, si les graines ont été collectées de populations sauvages matures et en bonne santé, elles devraient être viables dans la majorité des cas. Les graines non viables peuvent être parfois détectées à l'aide de tests de viabilité, tels que celui des sels de tetrazolium ou les rayons x (**Côme, 1982**).

-Le test au tetrazolium, largement employé pour déterminer la viabilité des semences, est basé sur la réduction des sels de tetrazolium et la formation de formazan rouge par les déshydrogénases des embryons imbibés. Seules les parties vivantes se colorent intensément.

-L'analyse aux rayons x, également utilisée pour déterminer la viabilité des semences, est basée sur l'imprégnation des téguments et des tissus par une solution de chlorure de baryum suivie d'une radiographie. Elle présente l'avantage de mettre en évidence les parties mortes, imprégnées par le chlorure de baryum qui sont plus contrastées que les parties vivantes non imprégnées.

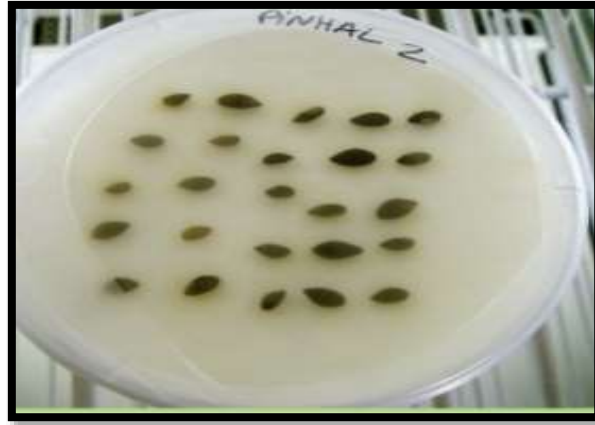


Figure N28. Le test de germination des graines (**Mehdadi, 2010**)

Chapitre III :

Les modalités d'adaptation de colza

III.les modalités d'adaptation du colza

III.1. Les modalités d'adaptation des végétaux

III.1.1. Définition de l'adaptation des végétaux

L'adaptation ; qui est un ensemble de caractères héréditaires permettent à l'organisme de vivre et de se reproduire dans un environnement particulier. C'est un Phénomène par lequel un individu, une population ou une communauté vivante modifient leurs structures et leurs fonctions pour vivre de façon optimale dans un environnement particulier (**Ramade, 2002**).

Contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables, les plantes sont pour la plupart fixées. Elles ont de ce fait développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux changements environnementaux en modulant et en ajustant en permanence leurs systèmes métaboliques. Les plantes doivent affronter différents types d'agressions ou de stress abiotiques et s'y adapter : le manque ou l'excès d'eau, les fortes ou faibles luminosités, la pollution de l'air, la salinité des sols, les températures extrêmes et le vent. Elles subissent également d'autres types d'agressions par des organismes vivants, on parle alors de stress biotiques. Nous ne traiterons pour ce type de stress que de l'adaptation des plantes aux agressions par les micro-organismes (**Sauvion *et al.*, 2013**).

III.1.2.Les types d'adaptation

Cuénot distingue trois types d'adaptations successives :

- L'accommodation ou adaptation ponctuelle de l'individu à un milieu ;
- L'acclimatation ou adaptation d'un groupe établi de manière durable dans un milieu ;
- La naturalisation ou l'adaptation de l'espèce à un milieu où elle s'est établie de manière définitive (**Bendimered, 2021**)

III.1.3. Adaptation de plantes au facteur de milieu

III.1.3.1. Adaptation au facteur abiotique

a. L'adaptation des plantes à la lumière

Les besoins de lumière des plantes sont très variables. Le rayonnement solaire agit par son intensité, par sa qualité et par sa durée, sur la morphogenèse et la croissance de l'individu. Par sa durée (photopériodisme), il intervient sur les processus de mise à fleur et constitue un facteur important du développement de l'organisme. Wiesner distinguait 3 groupes d'espèces en fonction de leurs exigences vis à vis de la lumière (**site web 12**) :

Les héliophytes obligatoires

Espèces qui vivent exclusivement dans les stations découvertes et ensoleillées, et pour lesquelles le besoin de lumière est de 100 %. Exemple : les plantes des déserts, des toundras, des hautes montagnes et des steppes et la plupart des plantes méditerranéennes.

Les Sciaphytes facultatives

Espèces qui peuvent vivre avec 100 % de la lumière du jour mais qui peuvent tolérer aussi un certain ombrage. A cette limite, l'individu étioilé peut fleurir ou être stérile. Exemples : les mauvaises herbes (*Matricaria discoidea* : 100-50% ; *Sedum acre* : 100-48% ; *Lithospermum arvense* : 100-33% ; *Hordeum murinum* : 100-25% ; *Lepidium draba* : 100-10% ; *Senecio vulgaris* : 100-3%), les plantes des prairies (*Stachys recta* : 100-48% ; *Salvia pratensis* : 100-30% et stérile à partir de 20% ; *Thymus serpyllum* : 100-25% ; *Geranium pratense* : 100-17% ; *Colchicum autumnale* : 100-12% ; *Dactylis glomerata* : 100-2,5 % et stérile à partir de 2%).

Les Sciaphytes obligatoires

Espèces qui dans la nature ne sont jamais à la lumière du jour directe. L'intensité lumineuse optimale est plus petite que pour les plantes précédentes, mais cet optimum ne peut pas être très faible, tandis que le minimum peut être très bas. Exemples : *Corydalis cava* (50-25%), *Anemone nemorosa* (40-20%), *Lamium maculatum* (67-12%), *Lathyrus vernus* (33-20%), *Alliaria officinalis* (33-9%), *Geranium robertianum* (74-4%), *Cynanchum vincetoxicum* (67-45% et stérile à partir de 3%), *Prenanthes purpurea* (10-5%).

b. Les stratégies d'adaptation aux variations thermiques :

La fourchette des températures compatibles avec la croissance des plantes est en général : $0 < T < 45$ °C. Dans ces limites, la tolérance des plantes dépend de l'espèce. Ainsi, la température optimale de croissance est le reflet de la région géographique d'origine de l'espèce, et affecte donc les limites géographiques des espèces avec les implications agro-économiques qui en résultent. Les stratégies d'adaptation aux variations de la température se traduisent par l'évitement ou la tolérance, ces deux stratégies sont d'ordre morphologique ou physiologique ou les deux. **(Bendimered, 2017)**

a) La stratégie d'évitement : la plante évite d'exposer ses organes sensibles aux températures létales, par

- Remplacement ou chute, ou par élaboration de formes vivaces à certaines saisons, telles que graines, organes
- Souterrains (induction de dormance). Elle peut aussi se faire par modification du comportement floral.
- De nombreuses plantes évitent la surchauffe en maintenant une position verticale des
- Feuilles, ou les enroulent le long de leur axe (thermomorphoses).

b) La stratégie de tolérance :

Se base sur l'apparition de morphoses racinaires, foliaires et caulinaires pour diminuer le contact avec l'air, augmenter l'efficacité de l'absorption hydrique et diminuer la surface transpirante qui joue un rôle dans la dissipation de la chaleur, ainsi que des adaptations physiologiques, par :

- Production de poils foliaires
- Réduction de la surface foliaire
- Réduction des surfaces aériennes qui réfléchissent la lumière (nanisme)
- Développement de tissus lignifiés

Synthèse de composés hydrophobes (cutine) pour la protection des organes aériens

Partie I : Chapitre III : Les modalités d'adaptation du colza

- Synthèse et accumulation de certains pigments (tels que les anthocyanes)
- Développement important du système racinaire
- Développement de mécanismes particuliers tels que la synthèse et l'accumulation de métabolites osmolytes, compatibles avec les structures protéiques cellulaires, tels que des sucres solubles, certains acides aminés, polyols etc. ces composés agissent comme des substances protectrices permettant d'abaisser le point de congélation dans les cellules ce qui évite la dénaturation des protéines et des membranes.
- La résistance au froid, au cours de l'acclimatation par exemple, se traduit par une augmentation de la proportion en acides gras insaturés membranaires, sorte de protection des fonctions cellulaires par le maintien de la fluidité membranaire
- Plantes à métabolisme C4 qui se rencontrent généralement aux altitudes faibles, chaudes et sèches, alors que les plantes C3 se trouvent à des altitudes plus élevées, plus froides et plus humides Succulence des organes et métabolisme CAM. (**Bendimred,2017**)

c. Adaptation aux milieux salés (PLANTES HALOPHYTES)

Deux problèmes se posent à ces plantes, d'une part le sel contrarie leur approvisionnement en eau et d'autre part, elles doivent contrôler leur contenu en sel qui ne peut dépasser un seuil toxique. Ainsi, des adaptations anatomiques et physiologiques sont présentes pour gérer l'excès de sels et économiser de l'eau :

- Réduction de la transpiration : diminution de la taille de l'appareil aérien, feuilles
- Souvent modifiées en aiguilles ou écailles, cuticule épaisse recouverte d'une couche cireuse
- Constitution de réserves d'eau : organes aériens souvent succulents ou charnus comme chez les végétaux vivant dans des milieux arides ;
- Contrôle de l'entrée des sels : sélectivité de la perméabilité membranaire, présence de glandes dans l'épiderme (trichomes) chargées de l'excrétion des sels, surtout le chlorure de sodium, ou stockage de ceux-ci dans des vacuoles ou perte d'organes chargés en sel. (**Halfaoui, 2020**)

d. Adaptation aux milieux aquatiques

Les plantes du milieu aquatique ont des racines peu développées :

- Ces plantes absorbent l'eau directement du milieu extérieur grâce à la surface de leur feuille qui n'est pas ou peu cutinisée
- Absence des poils absorbant
- Les feuilles s'épanouissent au-dessus de l'eau
- Les feuilles sont portées par un pétiole contenant des cellules particulières remplies d'air, ce sont des cellules aérifères (parenchyme aérifères). Ces cellules permettent d'approvisionner la plante en oxygène venant de l'air. **(Halfaoui, 2020)**

III.1.3.2. Adaptation au facteur biotique :

C'est la capacité de résistance au stress biotique déclenché par les champignons, les insectes, les bactéries, et d'autres organismes pathogènes.

Certes moins développés que le système immunitaire animal, les plantes ont bien des systèmes de résistances pour lutter contre les agressions.

Les plantes reconnaissent les micro-organismes grâce à des molécules « signal » incluses dans les parois de ces derniers. Certains micro-organismes sont bénéfiques et symbiotiques (mycorhizes, rhizobium, ...). D'autres sont pathogènes et responsables de maladies (oïdium, mildiou, botrytis, fusarium, pythium, rhizonia, ...). Lorsqu'un pathogène « attaque » une plante, cette dernière va déclencher une cascade de réactions de défense au sein de la cellule **(siteweb 13)**

Les principales stratégies d'adaptation au facteur biotique sont :

- Par le « suicide cellulaire » sur le site de l'infection afin de bloquer le pathogène, la plante sacrifie des cellules.
- Par la production de métabolites à activité antimicrobienne, en particulier les phytoalexines **(Langcake et Pryce, 1976)**.
- Par renforcement de la barrière mécanique par épaissement de la paroi de la cellule.

- Par la production d'enzymes qui dégradent la paroi des pathogènes comme glucanase et la chitinase (**Vanloon, 1997**).

Il faut souligner que, souvent, la « réponse immunitaire » a une caractéristique systémique et non plus localisée (comme le suicide cellulaire), cette réponse a pour principe l'activation de gènes qui maintiendront la plante entière dans un état de résistance contre un large spectre de pathogènes. (**Halfaoui, 2021**)

III.2. Adaptation de colza au milieu

L'étude de l'adaptation des espèces à leur milieu et la sélection de nouvelles variétés occupent aujourd'hui une première place par la recherche en ce qui concerne la résistance ou l'adaptation au milieu. La souplesse d'adaptabilité assure non seulement la régularité des rendements, mais aussi l'homogénéité étant un souci constant de l'agriculture industrielle. (**Patrick et Lafon, 1999**)

III.2.1. Milieu abiotique

C'est la capacité de résistance au froid et à la sécheresse, pour compléter le cycle végétatif et atténuer les conséquences agro-climatiques.

III.2.1.1. Adaptation de colza à la sécheresse

En terme agronomique, la résistance à la sécheresse est la capacité des génotypes à maintenir une photosynthèse active permettant une certaine production au cours de l'appauvrissement du sol en eau (**Monneveux et al., 1986**).

La résistance à la sécheresse est déterminée par des transformations morphologiques et physiologiques résultant des réorientations métaboliques induites par la contrainte hydrique, il n'y a pas un type de résistance à la sécheresse universel mais de nombreux types selon les mécanismes morphologiques, physiologiques ou biochimiques mis en jeu. (**Vartanian et al., 1984**)

a. La rhizogénèse de sécheresse chez le colza

Dans certaines familles de dicotylédones, en particulier les crucifères, une rhizogénèse originale induite par la sécheresse a été observée (**Vartanian, 1972**). Elle correspond à la mise en place à partir d'un seuil critique de déficit hydrique de nouvelles racines aux

caractéristiques structurales et fonctionnelles de survie et d'attente (**Variantan, 1981**). En effet dans les horizons desséchés du sol ils se forment de nombreuses racines qui restent courtes en conserve leur méristème. Elles se tubérisent en accumulant de l'amidon dans un parenchyme cortical hypertrophié. Elles sont dépourvues de poils absorbants. Dès que les conditions hydriques redeviennent favorables ces racines courtes tubérisées sont susceptibles de se couvrir de poils avant même de reprendre leur croissance (**Wertheimer et al., 1981**) après la contrainte hydrique la réhydratation permet la reprise d'activité, du système racinaire dont une meilleur reprise d'activité de système raciner (**Variantan et al., 1982**).

a.1 Cinétique de la rhizogénèse

Les travaux réalisés sur *Brassica napus* montrent que l'activité rhizogénèse ou cour de la croissance en conditions de dessèchement progressive se manifeste selon un cinétique sigmoïdale Le phénomène est donc du type « tout ou rien ». Le nombre maximum de racines tubérisées est atteint dans un court délai (6 jours environs). La rhizogénèse de sécheresse s'exprime pour des valeurs inférieures au point de flétrissement permanent. A partir d'un seuil de potentiel hydrique D'environ -0.6 Mpa, il y a initiation croissante de racines courtes tubérisées qui se poursuit jusqu'à un potentiel de -3 Mpa. (**Balestrini, 1982**)

Il existe une relation étroite entre la baisse du potentiel hydrique des organes aériens ou celui du sol et la formation de racines courtes tubérisées. En effet, l'expression de la rhizogénèse de sécheresse coïncide avec la chute du flux transpiratoire et le ralentissement général de la croissance. L'évolution de la biomasse racinaire semble moins sensible au déficit hydrique. Mais le rapport biomasse aérienne/biomasse souterraines diminue progressivement avec l'apparition du déficit hydrique. L'ablation du bourgeon terminal semble inhiber la rhizogénèse de sécheresse (**Vertnani, 1984**).

Une étude métabolique entreprise parallèlement dans les racines courtes de sécheresse et dans la plante entière, a montré des variations des teneurs en ARN totaux et en Protéines Il apparaît une augmentation de la concentration de ces macromolécules dans les racines tubérisées et une diminution régulière de leur teneur à l'échelle de la plante entière. (**Geay et al., 1983**)

a.2 Variabilité génétique de la rhizogénèse de sécheresse

La rhizogénèse de sécheresse dont l'intensité se mesure par le nombre de racines courtes tubérisées formées et leur vitesse d'initiation, présente des variabilités et intra-spécifiques. Ainsi, (Tisserand, 1985) rapporte que *brassica nigra* développe plus de racines courtes tubérisées. que *B. oléacea* ou *B. campestris*, l'espèce *Brassica napus* présente une situation intermédiaire par rapport à ces dernières. (vartanian, 1984) signale que les différences sont plus marquées lorsqu'on considère la position spatiale de ces racines. En effet. les hybrides *Raphano brassica* et *brassica napus* semblent avoir hérité de la forte potentialité rhizogène du pivot ou parent *brassica oléacéa*. Par contre, l'hybride *B. carinata* résultant ou croisement entre *B. oléacéa* et *B. nigra*, ne forme pas de racines courtes sur le pivot.

Chez le colza des différences variétales ont été observées au champ lors des périodes de sécheresse prolongées (Cetiom, 1976, 1978, 1982). L'étude des caractéristiques rhizogènes en conditions contrôlées a montré que 3 génotypes KIDJET .NEUF et GORZANSKI sont caractérisés par une expression rapide et une forte intensité de la rhizogénèse (près de 300 racines sont formées à partir du quarantième jour). Le génotype PRIMOR se distingue par une expression lente et une intensité plus faible (environ 120 racines courtes) (Baiestrini, 1982). Par ailleurs. Aucune différence génotypique significative n'a été observée au niveau de l'intensité de la rhizogénèse du pivot, il semble donc que la variabilité génétique de la rhizogénèse chez le colza offre une voie approchée pour la sélection de variétés aptes à supporter la sécheresse et à reprendre leur croissance après celle-ci.

b. Sélection pour la résistance à la sécheresse

La résistance à la sécheresse s'apprécie par l'aptitude de la plante à maintenir son rendement aussi élevé que possible en déficits hydrique plus au moins accentués survenant à des stades variables de son cycle de développement (Martnielo, 1984; Gelfi et al, 1985). Le généticien quant à lui devra rechercher une information ou un test beaucoup plus précoce qui permettrait de cribler les collections variétales afin d'en extraire les génotypes ayant un bon comportement en conditions de sécheresses.

Plusieurs chercheurs ont tenté de mettre au point des méthodes de prédiction précoces de la résistance à la sécheresse. Mais les résultats obtenus furent variables et aucune méthode n'est actuellement généralisable.

b.1. Paramètres d'évaluation du stress hydrique

L'expression des mesures de l'état de l'eau dans la plante joue un rôle important dans l'interprétation et la comparaison des résultats (**Kramer, 1969**) rapport que la meilleure évaluation du déficit hydrique des plantes est la mesure du potentiel hydrique. Le potentiel hydrique foliaire est couramment utilisé.

Martens et Carbelguenne (**1974**) ont montré qu'à la capacité au champ mesuré du potentiel hydrique foliaire ne fait apparaître d'effet « génotype ». En revanche au point de flétrissement permanent Cet effet apparaît nettement. Il semble donc que les variétés résistantes à la sécheresse continuent à transférer l'eau même en état de fanaison. Cette situation privilégiée s'accompagne de modifications de comportement du système racinaire, de la photosynthèse et de la régulation stomatique.

b.2 Système racinaire

L'amélioration de la tolérance des plantes à la sécheresse par la sélection morphogénèses racinaires adaptés à la contrainte hydrique. Constitue une voie de recherche intéressante. Ainsi la sélection basée sur l'importance du système racinaire, en liaison avec la productivité a été entreprise chez plusieurs espèces.

Chez le colza comme chez la navette (**Richards et Thurling, 1978**) associent les différences variétales dans la production grainière en conditions sèches au rapport entre la masse de matière sèche du pivot et celle des racines latérales. Cette expérimentation menée en plein champ, a mis en évidence à différentes phases végétatives, L'importance de ce rapport dans le déterminisme du rendement. De ce fait rapport « biomasse souterraine/biomasse aérienne » est négativement corrélé avec le rendement. L'étude menée par Tisserand moutarde (*B. Onigra*, *B. Juncea* et *B. Carinata*) le système racinaire est plus important que le système foliaire. Inversement, les espèces *B. napus* et *B. campestris* présentent une croissance supérieure de la biomasse aérienne, Ainsi les espèces « moutard » originaire des régions arides (Asie du Sud) développent un système agressif racinaire plus celui des autres : ce qui leur confère une meilleure résistance à la sécheresse. Ce caractère peut être transféré par croisement interspécifique, en effet (**Burson, 1979**) a mis en évidence chez le colza une supériorité de la longueur du pivot de l'hybride de 8,7% par rapport à celle du Parent moyen.

b.3.Comportement photo synthétique

L'assimilation photosynthétique du CO₂ diminue progressivement en fonction du degré d'assèchement du sol (**Phamthi et Vieirada Silva, 1977**). Le stade de mesure de celle-ci est important car les phénomènes sont plus au moins accentués selon la phase de développement considérée de la plante. Cette sensibilité semble varier avec les génotypes. En revanche. L'étude du point de compensation pour le CO₂ (concentration de CO₂ pour laquelle il y a l'équilibre entre le flux d'entrée et le flux de sortie de CO₂) offre une certaine variabilité génétique (**phamthi, 1976**).

Ainsi la capacité des plantes à maintenir leur photosynthèse lorsque les stomates sont fermés, constitue un bon indice de la résistance à la sécheresse. L'utilisation du point de compensation pour le CO₂ peut être envisagée pour le criblage des variétés.

b.4.Comportement stomatique

Dans les conditions de sécheresse, le fonctionnement des stomates n'est pas identique chez les génotypes d'une même espèce (**Kozłowski, 1972**). L'existence d'une certaine variabilité génétique dans la densité stomatique ne permet pas à elle seule de cribler les génotypes résistants à la sécheresse (**Jones, 1979**). Il est donc nécessaire de s'intéresser directement à la résistance stomatique. Celle-ci peut être mesurée à l'aide d'un poromètre à diffusion de vapeur d'eau.

La résistance stomatique varie en fonction du stade de développement de la plante(**Morgan, 1977**) rapporte que. D'une manière générale, la conductance stomatique après anthèse est supérieure à celle de l'avant anthèse Cette différence a été reliée à la sensibilité connue chez le colza à des périodes de stress intervenant à ce stade (**Richards et Thuring, 1978**).

b.6 Teneur en proline

Lors d'un stress hydrique, la plante ajuste son potentiel osmotique par l'accumulation de solutés tels que les glucides solubles et certains acides aminés libres (**Munns et al, 1979**). parmi ces derniers. la proline a été mise en évidence chez plusieurs espèces (**Aspinall et Paleg, 1981**).

Chez le colza, les études menées par Richards et Thurling (19780, 1979) montrent que la proline ne s'accumule dans les feuilles que lorsque le point de flétrissement permanent est atteint. Les différences inter génotypiques de la teneur en proline sont en accord avec les variations de la productivité en plein champ sous des conditions de sécheresse. Cependant, 13% seulement de ces variations seraient imputables à l'accumulation de proline. L'héritabilité de ce caractère est estimée à 4070 (**Richards et Thurling, 1979**). Ainsi. L'accumulation de proline semble être un bon critère pour la recherche de géniteurs résistants à la sécheresse.

III.2.1.2.La résistance aux herbicides

La plus part des variétés de colza tolérant l'herbicide sont des OGM (organisme génétiquement modifiées) obtenus par le transfère des gènes de tolérance adapté deux stratégies permettent de crée des variétés tolérantes :

- Rendre insensible ou surproduire la molécule cible dans la plantes à l'action de l'herbicide.
- Introduire une voie de dégradation/détoxification de l'herbicide dans la plantes.

Ces méthodes ont déjà été utilisées avec succès sur colza en 2011(**Isaa, 2012**).

III.2.2.Milieu biotique

C'est la Résistance aux parasites et aux agents pathogènes.

III.2.2.1.Résistance du colza au phoma

La nécrose du collet du colza, ou phoma du colza, est l'une des principales maladies cryptogamiques de cette culture (**Fitt et al., 2006**). Face à cette maladie, la résistance variétale est un outil... à utiliser avec vigilance. Preuve ci-après, à propos du gène Rlm7.

Lorsque la plante possède un gène de résistance spécifique Rlm, elle développe une réaction de résistance vis-à-vis des souches possédant l'allèle avirulent du gène d'avirulence correspondant, noté AvrLm (case verte) mais dans tous les autres cas, la plante ne détecte pas la présence de l'agent pathogène. Ce dernier peut alors induire les symptômes typiques de la maladie (macules foliaires, cases rouges).

a. Résistance variétale

Les deux types Deux types de résistance au phoma sont généralement décrits (**Delourme et al., 2006**).

– D'une part les résistances quantitatives, efficaces vis-à-vis de toutes les souches de l'agent pathogène, mais n'apportant qu'un niveau partiel de résistance (les plantes peuvent être infectées, mais l'intensité de la nécrose au collet reste réduite et impacte peu le rendement). Le niveau de résistance quantitative des variétés est en constante augmentation.

– D'autre part, les résistances contrôlées par des gènes majeurs de résistance, qui bloquent l'infection primaire donc apportent une protection totale, mais uniquement vis-à-vis de la fraction de la population pathogène portant les allèles avirulents des gènes d'avirulence correspondants (**Balesdent et al., 2002**).

b. Le gène Rlm1

Grandeur et décadence Le gène de résistance spécifique Rlm1 avait été introduit dans les variétés de colza au début des années 1990, dans un contexte où plus de 90% des souches de phoma portaient l'allèle a virulent du gène correspondant, AvrLm1 (**Rouxel et al., 2003**). Ce gène s'est révélé très efficace. Il a donc été très utilisé, avec 20% des surfaces de colza françaises portant Rlm1 en 1995 et 40-45% en 1999 (**Rouxel et al., 2013**). Ce gène a ainsi exercé une pression très forte sur le champignon. Celle-ci a conduit à une sélection rapide de souches virulentes dans les populations de phoma. Cela s'est traduit par un contournement de la résistance en quelques années. Ce phénomène est une illustration typique d'un cycle de « boom-and-bust » et du potentiel adaptatif des parasites aériens en grande culture (**Rouxel et al., 2003**).

En 2004, arrivée de Rlm7 : Depuis cet épisode de contournement, un nouveau gène de résistance spécifique, Rlm7, a été introduit dans des hybrides de colza commercialisés à partir de 2004.

III.3. Amélioration pour l'adaptation au milieu

III.3.1. Amélioration pour la Résistance à la sécheresse

La résistance à la sécheresse (ou stress hydrique) chez le colza commence à susciter un intérêt de plus en plus croissant, malgré la complexité des mécanismes de régulation

impliqués dans la réaction de la plante à un tel stress. Chez le colza, l'effet du stress hydrique dépend du génotype, de l'intensité et la durée du stress, des conditions climatiques et des stades de développement du colza (**Robertson et Holland, 2004**). Cette culture est particulièrement sensible au stress hydrique qui survient durant la période de floraison. Il existe une grande variabilité intra spécifique pour les réactions d'adaptation de la plante à la sécheresse et nombreuses sont les études qui ont montré les différences génotypiques pour leur résistance ou tolérance aux conditions de stress hydrique.

Plusieurs critères ont été identifiés pour la discrimination et le criblage des génotypes en réponse aux contraintes hydriques, dont le nombre de siliques par plante, le nombre de graines par silique, le ratio racine / pousse, l'ajustement osmotique (**Norouzi et al., 2008**),

Les indices de résistance à la sécheresse et de stabilité tels que la productivité moyenne sous stress, la productivité moyenne géométrique et l'index du rendement (**Shirani-Rad et Abbasian, 2011**), le rendement en graine, le rendement en huile, la teneur relative en eau et la teneur de malondialdéhyde (**Rashidi et al., 2012**).

III.3.2. Amélioration pour la Résistance aux herbicides

L'idée de transférer au colza une résistance à un herbicide a été envisagée lors de la mise en application des normes de qualité. En effet, les cultures de colzas sans acide érucique et à faible teneur en glucosinolates peuvent être polluées par le pollen des crucifères avec acide érucique et contenant des glucosinolates. Le choix des chercheurs de l'INRA France s'est porté sur le transfert de la résistance aux triazines. Ce sont les chercheurs canadiens qui ont mis en évidence cette résistance chez une navette. Le transfert au colza de printemps et d'hiver s'est fait par rétrocroisements accélérés. Mais le caractère résistance aux triazines s'accompagne d'une baisse de rendement en graines de 20% pour les deux types de colza. Cette résistance étant à contrôle chloroplastique, la baisse de rendement s'expliquerait par des perturbations au niveau du photosystème (**Nabloussi, 2015**).

III.3.3. Amélioration génétique pour la résistance aux maladies et parasites

Du fait de la durée de son cycle cultural et de l'accroissement des superficies cultivées, les problèmes parasitaires du colza apparaissent de plus en plus importants. Plusieurs tests au champ ou en laboratoire sont mis au point pour permettre au sélectionneur de trier son matériel végétal. Le tri se fait sur la base de tolérance des génotypes évalués aux différentes

maladies et aux insectes. Les essais au champ sont soit en contamination naturelle, soit en contamination artificielle par inoculation de la maladie à un stade précis de la plante. En fin de cycle, la gravité de l'attaque est notée et traduite par un indice. Pour certaines maladies, le sélectionneur dispose d'une variabilité génétique considérable dans l'espèce qu'il peut utiliser avec succès pour mettre au point des variétés plus ou moins résistantes. C'est le cas de la résistance à la nécrose au collet (*Phoma lingam*) au stade adulte, à la cylindrosporiose et à la maladie des taches blanches(Nabloussi, 2015)

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1. Matériel végétal :

L'étude a porté sur les graines de colza *Brassica napus* la variété de « l'ITGC » livrée par la CCLS), une lignée qui a été multipliée par l'ITGC. Elle a été utilisée cette année comme semence de multiplication en préparation des campagnes suivantes.



Figure N29. Les graines du semis (Cliché, Douer et Cheriet, 2021)

IV.2. But de travail

L'objectif de notre travail c'est l'étude de l'adaptation de colza en zone semi-aride vis-à-vis les facteurs biotique et abiotique de milieu et leur productivité.

IV.3. Etude de milieu

IV.3.1. Localisation (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021)

Notre travail est rentré dans le projet ministériel qui a été réalisé au niveau de l'institut technique de la grande culture (ITGC) de Sidi-Bel-Abbès.

L'I.T.G.C. est un organisme public algérien à caractère administratif placé sous la tutelle du ministère de l'agriculture. Créé par l'ordonnance du 1/10/1974 sur les fondations du projet "CEREALES". Il a eu comme première appellation Institut de Développement des Grandes Cultures (IDGC).

En 1987, l'IDGC devient l'ITGC par décret n° 87-236 du 3 novembre 1987. L'I.T.G.C est composé de deux structures : Structures centrales (siège) constituées d'un secrétariat général et de cinq départements.

Structures décentralisées, neuf stations expérimentales réparties sur tout le territoire national dont 3 à l'Est, 3 à l'Ouest et 3 au centre. Durant les premières années de son existence, l'institut a conduit ses activités en étroite collaboration avec les organismes internationaux tels que : FAO, CCCE, CIMMYT.



Figure N30. Zones d'action de la ferme de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès (Google maps, 2021)

IV.3.2. Bioclimat

La majeure partie de la zone d'action de la ferme appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, couverte par les isohyètes de 250 à 400 mm. Au Nord, la plaine de Sidi-Bel-Abbès est située dans l'isohyète de 400 mm et plus. (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021)

Au cours des dernières décennies, la pluviométrie annuelle totale a diminué de presque 100 mm et les risques de sécheresse se font marquer de plus en plus, ajoutés à cela les autres risques climatiques tels que le sirocco, les gelées ... (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021)

Pour ces raisons la ferme a toujours fixé dans la priorité de ses travaux d'amélioration et d'obtention variétale, la sélection de variétés performantes et adaptées aux conditions du

Milieu (**ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021**).

Tableau N04 : Précipitation, pluviométrie et température de la campagne 2020-2021 (ITGC de Sidi-Bel-Abbès)

Mois	Nombre de jours de pluies (jours)	Température minimale(C°)	Température Maximale(C°)	La pluviométrie moyenne (mm)
Octobre	3 jours	12°	27°	3.5mm
Novembre	2 jours	7°	20°	4.2mm
Décembre	11 jours	4°	16°	46mm
Janvier	6 jours	3°	15°	42mm
Février	6 jours	4°	16°	1.1mm
Mars	6 jours	5°	19°	28.3mm
Avril	4 jours	7°	22°	23.6mm
Mai	3 jours	11°	27°	8.9mm
La somme				157.6mm

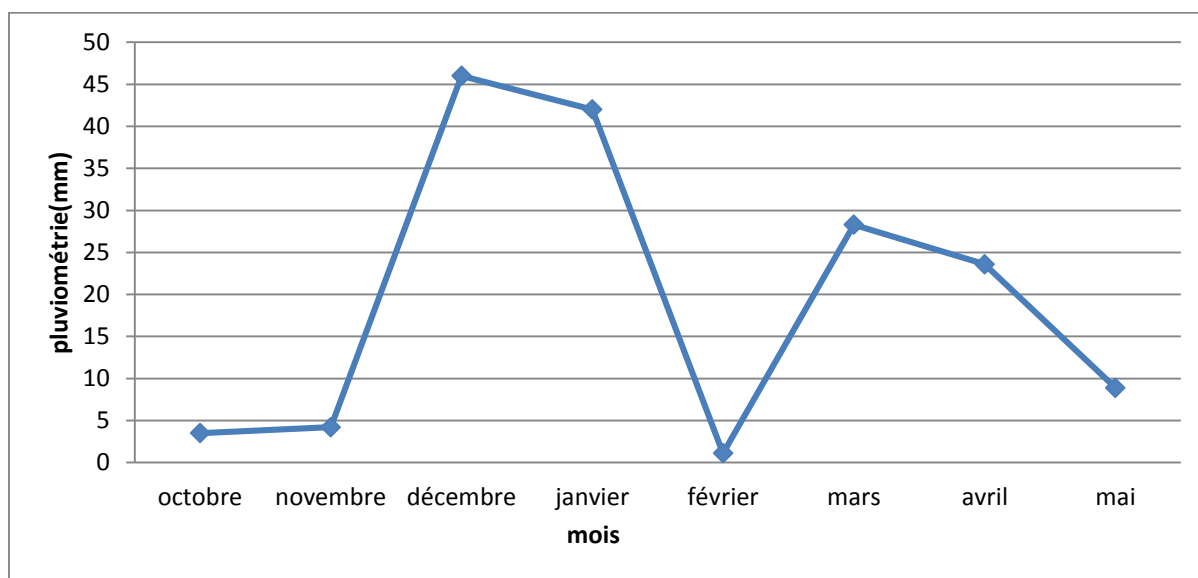


Figure N31. variation des précipitations moyenne de la campagne 2020-2021 (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021).

D'après le **tableau 04** et la **figure 31** nous remarquons que la pluviométrie totale enregistrée durant le cycle de développement depuis octobre jusqu'à mai été 157.6 mm dont le mois le plus pluvieux est décembre avec 46mm et le mois le plus sec c'est février avec 1.1 mm.

D'après ces données nous constatons que la pluviométrie moyenne enregistrée durant le cycle été très faible par rapport aux besoins totaux du colza, tant que les besoins minimaux de colza sont de 390 à 400 mm, c'est pour cette raison on a procédé à l'irrigation pour éviter le stress hydrique.

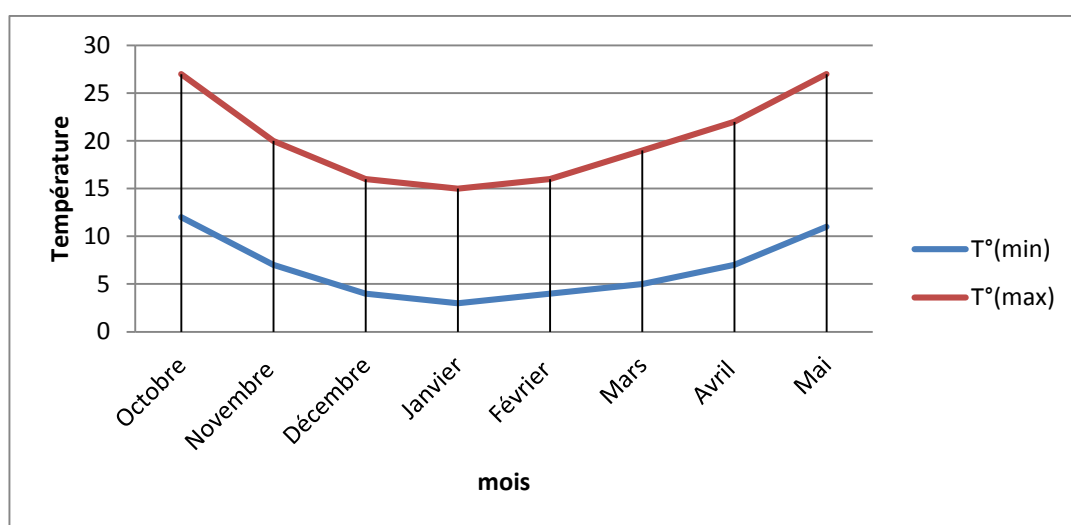


Figure N32. Variation des températures minimale et maximale de la campagne 2020-2021 (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021)

D'après le **tableau 04** et la **figure 32** nous remarquons que le mois le plus chaud durant le cycle de vie de colza été le mois de mai avec une température maximale 27°C et le mois le plus froid été le mois de janvier avec une température minimale de 3°C.

IV.3.3. Caractérisation du sol Les sols de la ferme sont caractérisés par la présence, à une profondeur variable (20 à 45 cm), d'une croûte calcaire peu épaisse, formée d'une couche superficielle mince très dure de structure lamellaire. Au dessous, se trouve une couche plus grossière plus ou moins friable. La formation de la croûte est le résultat des conditions climatiques locales et des ressources hydrologiques (ITGC de Sidi-Bel-Abbès, 2021).

L'horizon de surface et de couleur brun à brun rougeâtre, la surface du sol et l'horizon de surface sont caillouteux, le plus souvent perturbés par labours (fragments de croute et nodules calcaires).

L'épaisseur utile de ces sols est insuffisante et la charge caillouteuse dépassant parfois 40%, représentent des contraintes physiques et limitent leur fertilité.

Ces sols sont caractères par une texture moyenne à légère organique (0.5 -1.20%) et sont riche en calcaire soit des taux de 19 à 36%, leur PH est supérieur à 8.

IV.3.4. Conditions de culture

- La surface terrain choisi pour l'expérimentation et de 2 hectares.

IV.4. Dispositif expérimentale

IV.4.1. Précédent cultural

La surface agricole qui a été utilisée cette année pour cultiver le colza était l'année dernière en état jachères

IV.4.2. Travail du sol

Selon **Anonyme (1992)**, le colza exige un travail de sol profond de 30 à 40cm, avec une charrue ou un chisel, immédiatement après la récolte du précédent pour améliorer la structure

Selon **Boyeldieu (1991)**, une levée rapide et homogène du colza exige un lit de semence constitué d'un mélange de terre fine et de petites mottes de 3 à 4 cm.

Au niveau de la parcelle expérimentale dont on à fait notre essai, le travail du sol est fait de manière conventionnelle, les différents travaux qui ont été réalisés sont les suivants :

- Un labour avec une charrue a soc.
- Recroisage avec couver-croup pour obtenir une terre meuble et très fine de façon à assurer un bon contact entre le sol et la graine.

IV.1.4.3.Fumure de fond

Un apport de 50 unités phosphore et 150 unités potassent et 50 unités soufre comme un engrais de fond ont été réalisées dans la parcelle.

IV.1.4.5.Le semis

Le semis a été effectué le 24/10/2020, il a été fais avec un semoir de précision et un tracteur avec un écartement de 30 cm entre les lignes.

La dose de semis appliquée est de 4 kg/h calculée sur la base des facultés germinatives et le poids de mille graines.



Figure N33.Le semis des graines de colza (ITGC de Sidi-Bel-Abbés, 2021)

IV.1.4.6. La fertilisation azotée



Urée 46

Figure N34. Engraisement azoté urée 46 granulé (cliché, Douer et Cheriet, 2021)

Engraisement azoté à été réaliser le 18/02/2021 au stade 17 (8 feuille étalé) et le 25/03/2021 pour permettre aux jeunes plantules de se bien développer ainsi pour constituer au niveau du pivot qui permet au plantes de démarrer rapidement à la montaison.

Utilisation de l'urée 46 granules : un engrais azoté entièrement sous forme uréique

IV.1.4.7. Entretien de culture

Ce sont Pour lutter contre les maladies et les ravageurs et les mauvaises herbes pendant tout le cycle de développement de colza.

a. Le désherbage

L'utilisation de Désherbage manuelle le 17/02/2021 pour éviter la concurrence avec la culture.

Tableau N05. Les principales mauvaises herbes (Cliché Douer et Cheriet, 2021)

La mauvaise herbe	La famille	Le stade d'apparition
Coquelicot <i>Papaver thocas L</i>	Papaveraceae	Février à mai Stade C2
Barbarée <i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	Fin février à mai Stade D1

<i>Sonchus oleraccusL.</i>	Asteraceae	Fin février à mai Stade D1
<i>Diplotaxis crucoides L</i>	Brassicaceae	Tout le cycle
<i>Phalaris paradoxa L</i>	poaceae	Tout le cycle

1-4-7-2. Piégeage à eau

L'installation de piégeage à eau a été faite le 10 /3/2021 stade 39 pour :

- Détecter l'arrivée de bon nombre d'insecte nuisible aux cultures.
- Pièges les insectes dans le bol.



Figure N 35. Piégeage à eau (cliché Douer et Cheriet, 2021)

IV.1.4.8. Irrigation

En raison du manque de précipitations dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès, une irrigation était nécessaire pour la culture.

L'irrigation à été fait une seul fois le 18 /02/2021 avec un enrouleur agricole d'irrigation pondent 7 heurs avec une dose de 35 mm/h.



Figure N36. Irrigation du champ de colza (ITGC de Sidi-Bel-Abbès)

IV.1.4.9. Maladies et ravageurs


a. Maladies



Les maladies sont faiblement remarquées dans le champ du colza.

b. Ravageurs

Les Principaux ravageurs observés sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau N06. Les principaux ravageurs observés (Cliché Douer et Cheriet, 2021)

Ravageur	Stade	Photo	Dégâts observés sur
Puceron	G2-G4	 (cliché par Douer et Cheriet, 2021)	Feuilles et Silique

Cétoine gris	D2	 (cliché par Douer et Cheriet, 2021)	Fleur
Méligèthe	D1-D2	 (cliché par Douer et Cheriet, 2021)	Fleur

Le tableau N06 représente les différents ravageurs présents dans la parcelle dans les différents stades de cycle de développement de colza.

c. traitements effectués

Aucun traitement n'a été effectué en raison de l'absence des insecticides.

Le problème des ravageurs reste toujours posé jusqu'à la récolte.

IV.1.4.10. La récolte

L'essai de la récolte a été fait le 10/6/2021 avec une moissonneuse batteuse d'essai lorsque la majorité des plantes ont atteint un taux d'humidité optimale de 11 %.



Figure 37. L'essai de la récolte de colza au niveau de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès(cliché Douer et Cheriet, 2021)

La récolte directe a été faite le 17/06/2021 à l'aide d'une moissonneuse batteuse en respectant la règle suivante :

Equiper la moissonneuse-batteuse d'une barre de coupe avancée et à large coupe pour diminuer le nombre de passage et les pertes de graines.

Garnir les rabatteurs de bandes caoutchoutées (pour éviter le choc des graines)

Réaliser la coupe le plus haut possible, pour limiter la masse végétale passant dans le batteur.

Utiliser des grilles à mailles de 3 mm et régler les grilles supérieures et inférieures pour éviter au maximum les pertes de graines.

Régler la ventilation en fonction de l'état de la récolte (souvent au minimum en raison de la légèreté de la graine).

La récolte directe a été faite le 17/06/2021 à l'aide d'une moissonneuse batteuse.



Figure N38.La récolte de colza avec une moissonneuse batteuse
(ITGC Sidi-Bel-Abbès, 2021)

IV.1.5. Méthodes d'étude

IV.1.5.1. Détermination des différents stades phénologiques

Pendant tout la durée de cycle de vie de notre culture on a suivi le différent stade phénologique dans le terrain dès le semis jusqu'à la récolte.

IV.1.5.2. Paramètre de la culture

a. Le peuplement

Nous avons compté la densité de peuplement de notre culture à l'aide d'un carré de 1 mètre carré.

b. Date début floraison

Pour déterminer la préciosité de la culture.

c. Nombre des ramifications

Nous avons comptés le nombre des ramifications sur 10 plantes prélevés au hasard.

d. Nombre des siliques par plantes

Nous avons comptés le nombre des siliques par plante sur 10 plantes prélevés au hasard.

e. Nombre des graines par silique

Nous avons comptés le nombre des graines par silique sur 10 siliques prélevées au hasard.

f. Hauteur des plantes

Nous avons mesurés la hauteur des plantes sur 10 plantes différentes.

g. Nombre de feuilles

Le nombre des feuilles pour 10 plantes différentes.

h. Poids de mille graines

Après le battage et le nettoyage nous comptons 1000 graines puis nous les pesés avec une balance de précision.

i. Rendement biologique

C'est le rendement potentiel de parcelle élémentaire de la variété, le rendement est établi théoriquement à partir :

- Peuplement des plantes par mètre carré.
- Nombre des siliques par plante.
- Nombre des graines par silique.
- Poids de mille graines P.M.G

R.T.(Qx/Ha)=(peuplement des plante /m²). (Nombre des silique/plante). (Nombre des graines/silique). (PMG). 10⁻⁴.





Chapitre V:





Résultats et discussions


V. Résultats et discussion**V.1. Les stades repères du développement de colza**

Le tableau suivant représente les différents stades de développement de colza.

Tableau N07. Les stades repères du développement de colza (**Cliché Douer et Cheriet, 2021**)

Stade	Date	Observation	Photos
Semis	24/10/2020	-Parcelle en très bonnetât. -Il y'a aucun présence d'insecte au des mauvais herbe.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Cotylédonaire	20/11/2020	-Apparition des feuilles cotylédonaire jaunes.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Formation de rosettes	19/01/2021	-05 feuilles étalées.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Montaison	11/02/2021	-La réalisation d'un engrais azotes(urée46). -Apparition des mauvaises herbes. -Réalisation d'un désherbage manuelle	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 





Stade principal 2	25/02/2021	-Début de développement des entre-nœuds. -Un apport d'irrigation par aspersion effectué le 25/02/2021.	(Cliché Douer et Chérie, 2021) 
Boutons séparés	14/03/2021	-Les entre-nœuds sont visibles -Réalisation d'une fumure de couverture le 25/03/2021.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Floraison	29/3/2021	-La formation des fleurs. -Présence assez remarquable de la cétoine grise. -Réalisation d'un piégeage à eau pour lutes contre les insectes.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Formation des siliques	15/04/2021	-La formation des siliques -L'attaque des pucerons	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 



Maturation des siliques	28/05/2021	-La coloration des siliques et les tiges en jaune. -La coloration des graines en noir.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
-------------------------	------------	---	--

V.2. Les différents organes végétatifs de colza

Le tableau suivant représente les différents organes végétatifs de colza.

Tableau N08. Les différents organes végétatifs de colza (Cliché Douer et Cheriet, 2021)

Organes végétative	Critères	Photos
Racine	-Des racines pivotantes - la profondeur d'enracinement et de 18 à 20 cm pourtant à l'état normale la profondeur des racines ne dépasse pas les 10 cm à cause d'une courte période d'un stress hydrique le mois de février avant l'irrigation.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Tige	-Des tiges vertes et bien dressées, une longueur de 1.4 à 1.5 mètre. -aucun signe des maladies. -une attaque assez remarquable de la cécidie grise.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Feuille	-Formation de 7 à 12 feuilles pour chaque plante. -La surface moyenne des feuilles individuelles sur la plante est d'environ 22 centimètres carrés. - Une grande quantité de rayonnement solaire a été captée par les feuilles à cause d'une grande surface des feuilles.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 
Fleur	-Des fleurs jaunes Attaque par les méliothètes etcécidie grise. -Le pollen est répandu et dispersé par le vent et les insectes pour assurer la pollinisation.	(Cliché Douer et Cheriet, 2021) 

Silique	<ul style="list-style-type: none"> -La formation d'un grand nombre des siliques entre 120 à 125 siliques par plante. -Au début les siliques sont vertes mais après la maturation la couleur des siliques deviennent jaune. 	<p>(Cliché Douer et Cheriet, 2021)</p> 
Graine	<ul style="list-style-type: none"> -Le nombre des graines dans chaque silique est entre 20 à 24 graines. -Après la maturation les graines change est uniformément de couleur jaune noir. 	<p>(Cliché Douer et Cheriet, 2021)</p> 

V.3.Paramètre de la culture

V3.1.Le peuplement

Le nombre moyenne des plantes dans le site de l'ITGC des Sidi-Bel-Abbès par m² est de 36 plante /m².



Figure N39.Le dénombrement des plantes par m² dans le site de l'ITGC (Cliché Douer et Cheriet, 2021)

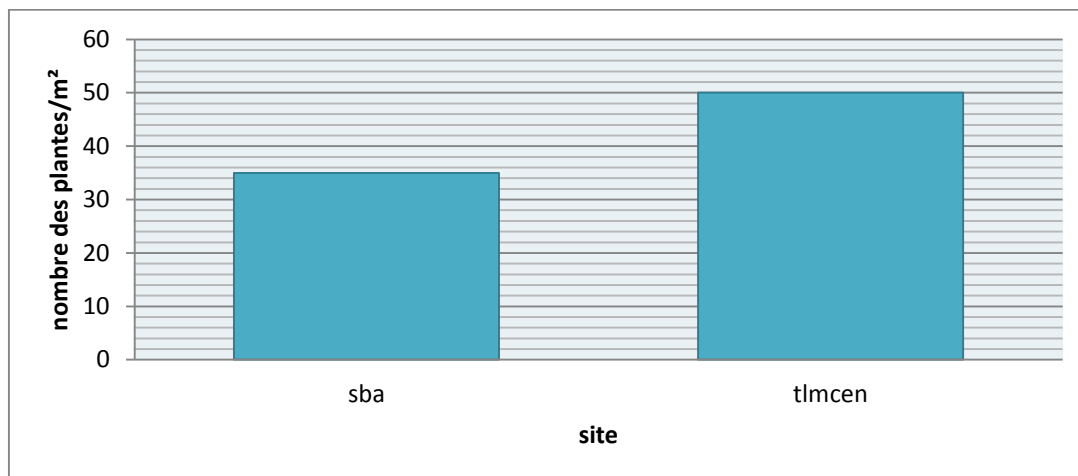


Figure N40. Nombre des plantes par mètre carré dans les deux sites de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen.

D'après la **figure 40** nous remarquons que il y'a une différence de nombre des plantes par mètre carré entre les deux sites pour une culture de la même variété (variétés de l'ITGC), donc nous constatons que cette variété s'adapte beaucoup plus avec le sol de site de Tlemcen car ce paramètre est lié aux conditions de semis :

-La texture et la structure de sol :

Le sol de site de Sidi-Bel-Abbès c'est un sol calcaire pauvre en matières organiques avec une texture légère, l'épaisseur utile de sol est insuffisante par contre le sol de site de Tlemcen c'est un sol de type alluvions argileux avec une épaisseur utile qui dépasse les 100mm

-L'humidité de sol de site Tlemcen (Hamadouche) plus élevée par rapport au sol de site de l'ITGC Sidi-Bel-Abbès par ce que c'est un sol de type alluvions situés à la proximité des cours d'eau.

V.3.2. Date début floraison

La date de l'apparition de la première fleur dans la parcelle de Sidi-Bel-Abbès c'est le 15/03-2021

La date de l'apparition de la première fleur pour le site hamadouche à la wilaya de Tlemcen c'est le 1/03/2021 cela peut s'expliquer par :

-un stress abiotique provoqué par les mauvaises herbes et des ravageurs (cétos gris, méligithe et des pucerons) qui sont attaqués le champ de colza et retardent la floraison.

-aucun traitement efficace a été réalisé (sauf la réalisation d'un désherbage manuel et l'installation d'un piège à eau) au niveau de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès au contraire au niveau de site Hamadouche plusieurs traitements ont été effectués : herbicide,

Insecticide, installation des cuvettes jaunes.

V3.3. Nombre des ramifications

Le nombre moyen des ramifications par plante dans le site de l'ITGC est de 6 ramifications par plante.

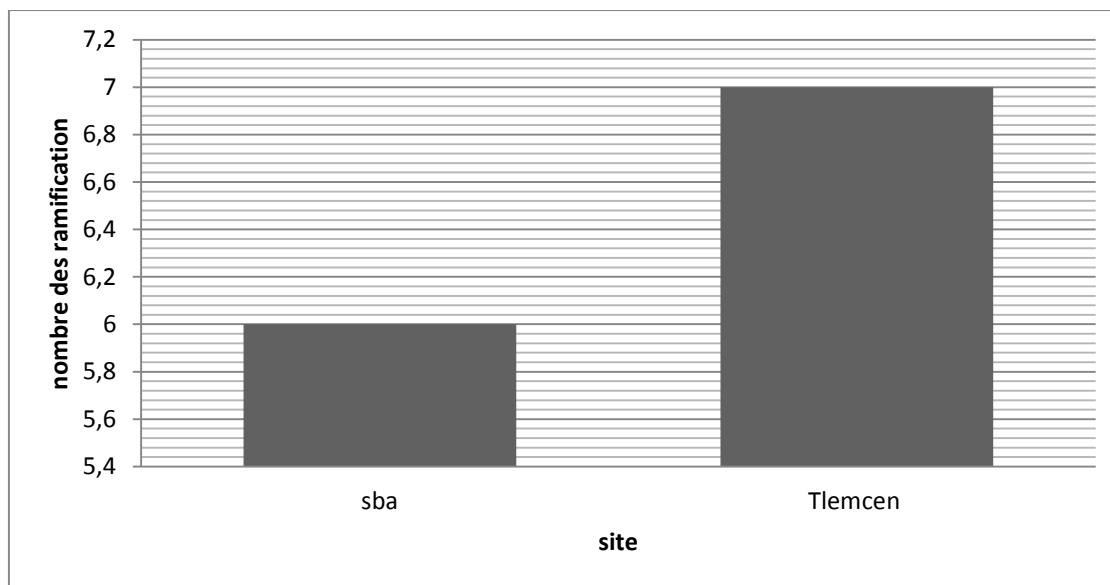


Figure N41. Le nombre moyen des ramifications par plantes

D'après la figure N41 nous remarquons une petite différence entre le nombre moyen des ramifications des plantes de la même variété, le nombre le plus élevée des ramifications par plante et marqué pour le deuxième site (wilaya de Tlemcen) cette différence entre les deux sites liées principalement au mode de conduit (fertilisation azotée, engrais).

V.1.3.4. Nombre des siliques par plantes

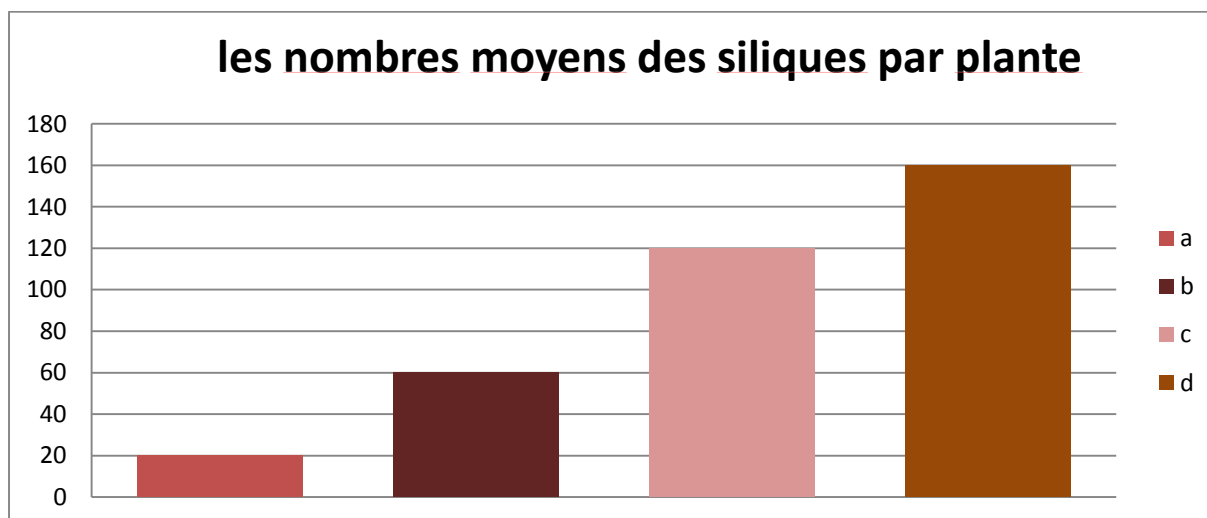


Figure N42 : les nombres moyens des siliques par plante

C'est un facteur important du rendement

Le nombre moyen des siliques par plantes dans le site de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès et de 160 siliques par plantes.



Figure N43. Le nombre moyen des siliques par plantes

Le graphe montre une différence significative entre les deux sites, le nombre de silique le plus élevée enregistrée pour le site de Tlemcen avec 180 siliques par plante, et le site de SBA qui est la parcelle à faible nombre de siliques par plante : 160 silique/plantes.

Cette différence peut être expliquée par les températures vernalisantes et le stress hydrique dans le site de Sidi-Bel-Abbès.

V.3.5. Nombre des graines par silique

Le nombre moyen des graines par silique notés dans le site de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès et de 22 graines par silique.

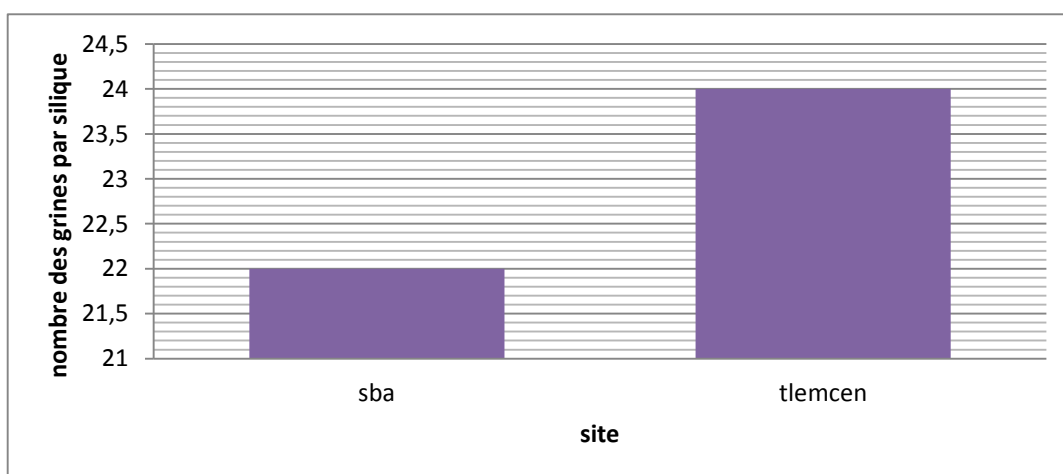


Figure N44. Nombre moyen des graines par silique

La figure N44 montre une différence entre les deux sites, cette différence peut être due aux aspects nutritionnels et à la température.

V.3.6. Hauteur des plantes

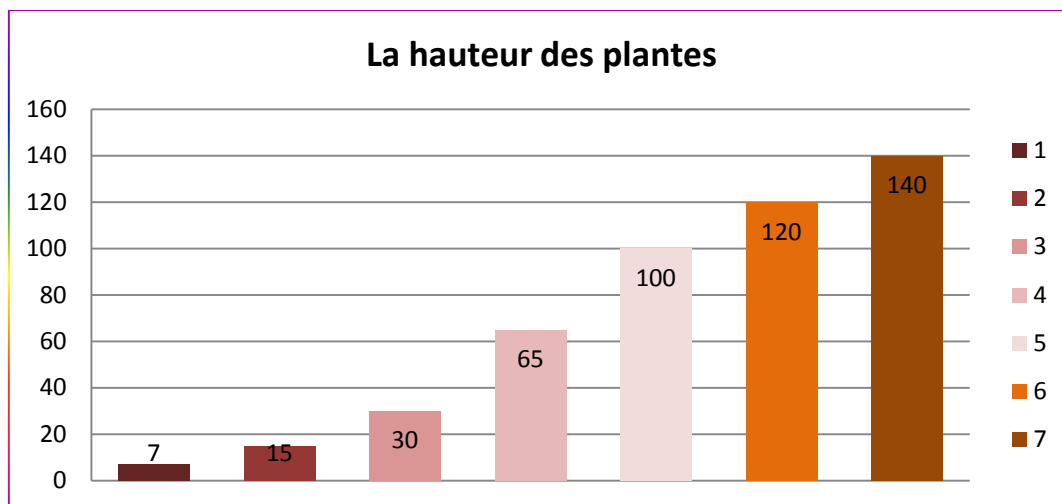


Figure N45. la hauteur des plantes

La hauteur moyenne des plantes dans le site de Sidi-Bel-Abbès est de 140 cm de longueur.

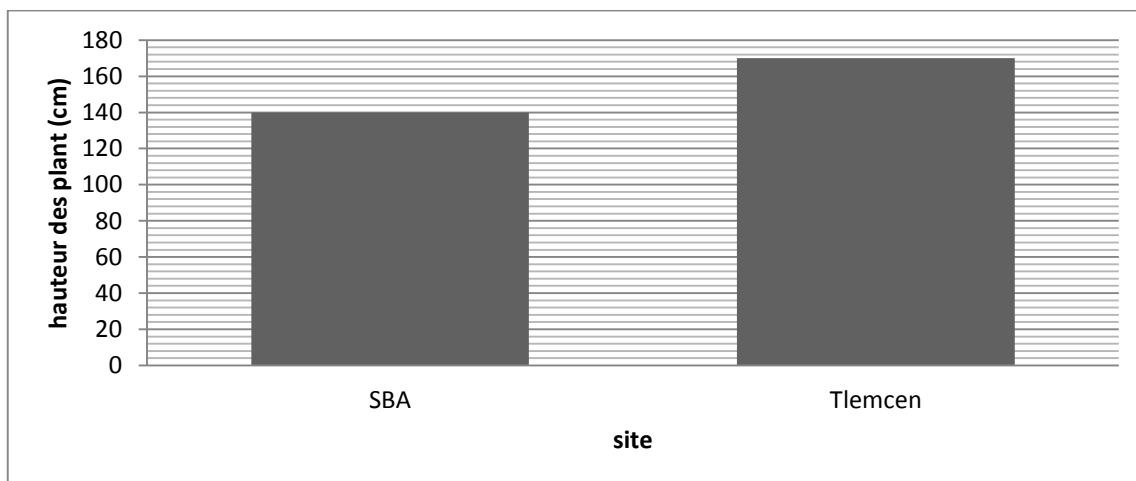


Figure N46. Hauteur des plantes dans les deux sites

La figure N46 montre une différence significative entre les deux sites, la hauteur des plantes dans la parcelle de la wilaya de Tlemcen est plus élevée que la parcelle de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès, cette différence peut être due aux aspects nutritionnels, la concurrence entre les plantes de colza et les mauvaises herbes présentes dans la parcelle, l'attaque des ravageurs, les caractéristiques édaphiques et le stress hydrique.

V.3.7 Le nombre des feuilles par plante

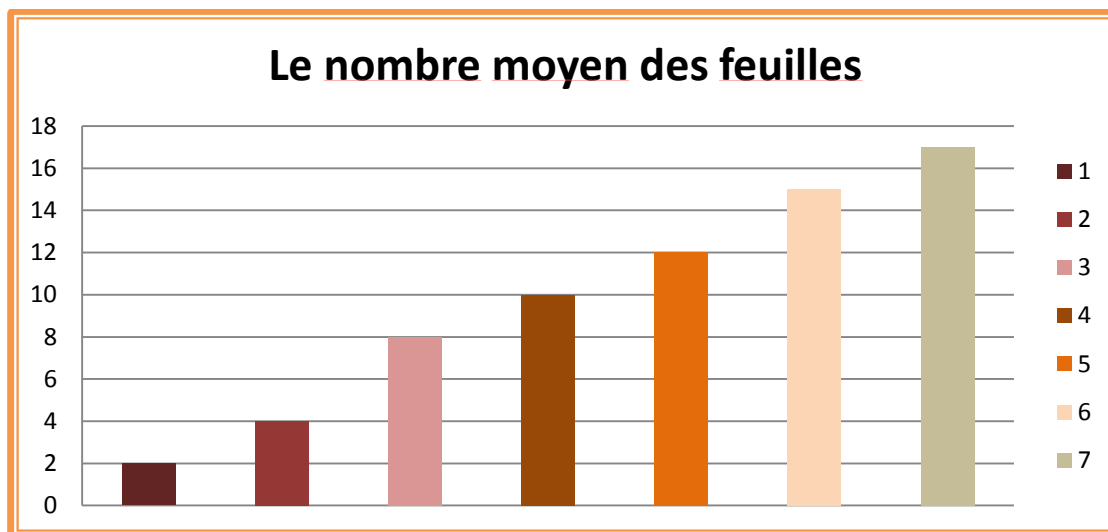


Figure 47. Le nombre moyen des feuilles

Le nombre moyenne de nombre des feuilles par plante pour la parcelle de l'ITGC et de 8feuille par plante.

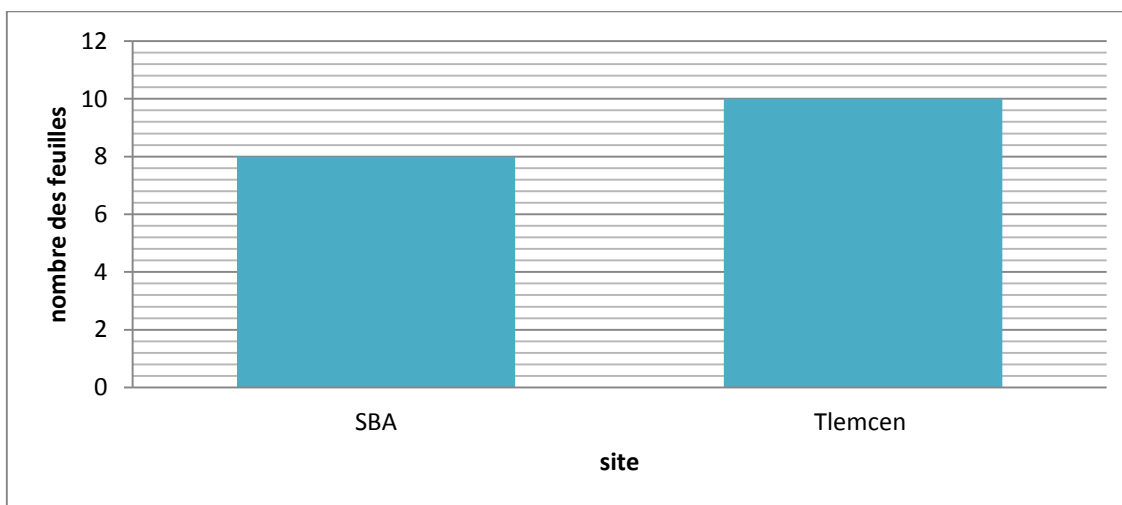


Figure N 48. Nombre des feuilles par plantes dans les deux sites

D'après la figure 48 nous remarquons une petite déférence entre le nombre moyenne pour les deux sites, cette légère différence peut être expliqué par des facteurs nutritionnelle et que plus la hauteur des tiges augmente plus que le nombre de feuille augmente.

V.3.8. Poids de mille graines :

Le poids de mille graines enregistrés pour le site de l'ITGC de Sidi-Bel-Abbès c'est 4.1g



Figure N 49. La mesure de PMG avec une balance de précision

(Cliché Douer et Cheriet, 2021)



Figure N 50. Le PMG moyenne dans les deux sites

La figure N 50 montre que ce paramètre ne présente pas une différence significative entre les deux sites parce que c'est la même variété.

V.3.9. Rendement biologique :

RB.(Qx/Ha) = (peuplement des plante /m²). (Nombre des silique/plante). (Nombre des graines/silique). (PMG). 10⁻⁴.

RB (sba) = 36.160.22.4,1. 10⁻⁴ = 51,9 (Qx/Ha).

RB (tlemcen) = 50.180.24.4,1. 10⁻⁴ = 88,5 (Qx/Ha).

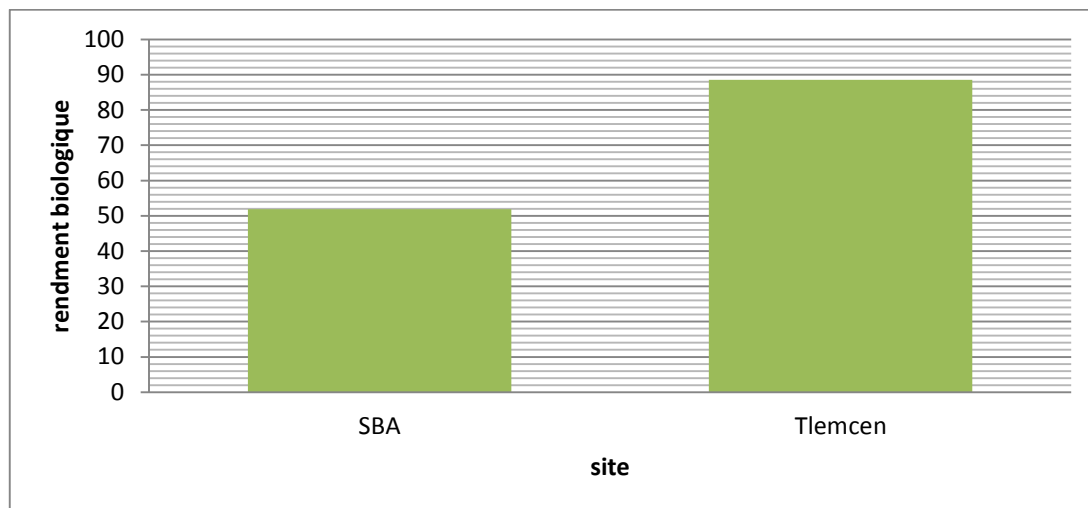


Figure N 51. Rendement biologique pour les deux sites.

D'après la Figure 51 nous constatons que la valeur plus élevée enregistrée du rendement biologique est celle de deuxième site (Tlemcen), et la valeur de rendement biologique de site de Sidi-Bel-Abbès c'est la valeur la plus faible.

Cette différence est due à plusieurs facteurs :

- les attaques par les ravageurs comme les pucerons, cécidie gris...
- le stress hydrique surtout dans le site de Sidi-Bel-Abbès, la faible précipitation et température élevée.
- les caractéristiques du sol différentes pour les deux sites :
- le sol de site Hamadouche (Tlemcen) c'est un sol de type alluvions.
- le sol de site ITGC (Sidi-Bel-Abbès) c'est un sol brun calcaire.

V.3.10. Comparaison entre l'estimation et le rendement théorique et le rendement réel :

Le rendement réel après l'estimation :

$$R_r (m^2) = 168,8g$$

$$R_r (ha) = 168.10000 = 1680000g = 16.8q$$

Tableau N09. La comparaison entre le rendement théorique et le rendement réel.

/	Rendement théorique	Estimation	Rendement Réel
Le poids de rendement (q/ha)	13 q/Ha	16.8q/ha	7.5q/ha

Selon les résultats obtenus dans le Tableau 09 nous avons remarqué que :

- L'estimation de rendement est plus élevée que le rendement théorique donc on constate que malgré toutes les difficultés et les stress : hydrique à cause des faibles précipitations et le stress biotique due par les ravageurs et les mauvaises herbes, le colza s'adapte avec le sol et le climat de Sidi-Bel-Abbès.

-Le rendement réel est plus bas que le rendement théorique et le taux des pertes de rendement sont relativement élevées avec une valeur de 55%, ces pertes sont dues à plusieurs facteurs :

- Les attaques des ravageurs et les oiseaux.
- La chute des graines à cause du vent.
- Les pertes enregistrées au cours de la récolte.

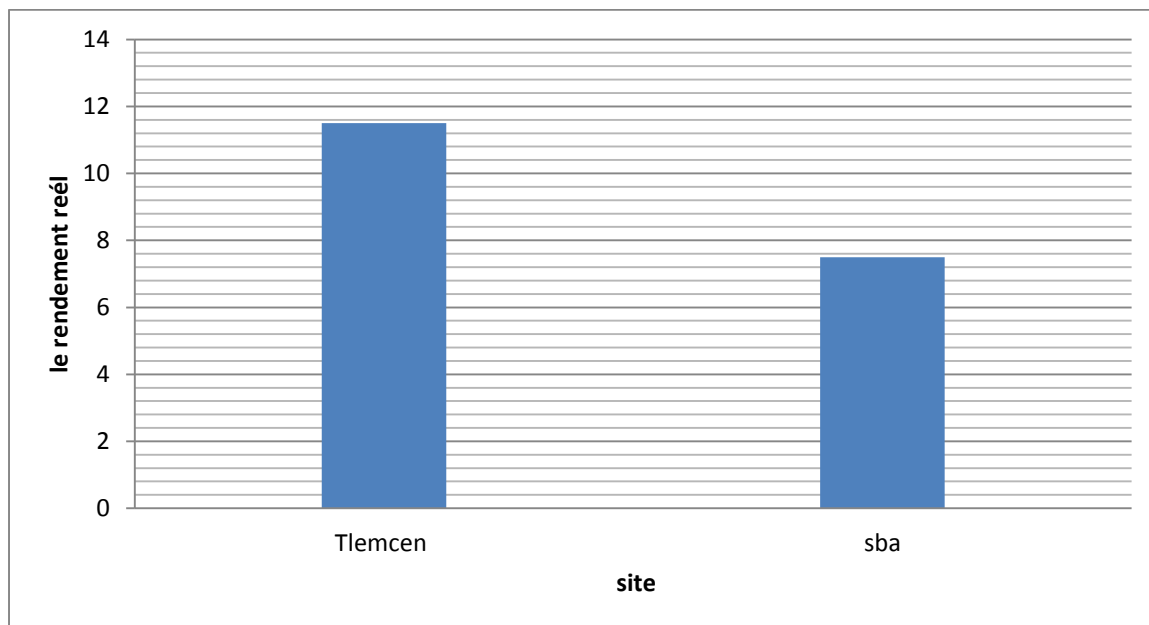


Figure N 52. Le rendement réel pour les deux sites

D'après la Figure 52 nous constatons que la valeur plus élevée enregistré du rendement réel après la récolte est celle de premier site (Tlemcen), et la valeur de rendement réel de site de Sidi-Bel-Abbès c'est la valeur la plus faible.

Cette différence est due à plusieurs facteurs :

- Les conditions climatiques et édaphiques différentes pour les deux sites.
- Des grandes pertes enregistrées au niveau de site d'ITGC Sidi-Bel-Abbès sont dues à plusieurs facteurs :

-Retard de la récolte entraînant l'égrenage des siliques les plus murent et la plupart des siliques s'ouvrent facilement au battage.

- plusieurs fautes techniques pendant la récolte.

V.4. Conservation des graines

Après la récolte des graines dans le site de l'ITGC, les graines sont conservées dans des sacs de papiers dans une chambre froide à faible température entre 6 à 7 °C pour éviter les risques d'échauffement et d'altération de l'huile des graines.

La détermination de la teneur en eau des graines c'est la première opération avant et pendant le stockage, elle aide à décider des conditions d'entreposage et à apprécier l'état de conservation des graines.

On doit aérer les graines de colza après la récolte pour réduire les risques d'échauffement et de pourriture, les graines de colza fraîchement récoltées maintiennent une forte respiration pendant un maximum de six semaines avant d'entrer en dormance et de pouvoir être interposées sans risque.

Le contrôle de la température est une opération indispensable pour vérifier l'état de conservation des produits stockés.

En effet une élévation anormale de la température des graines peut être le signe d'un début de dégradation du stock.

Il faut donc effectuer régulièrement des contrôles pour éviter des pertes considérables de produit.

Dernier étape :

Ramener les graines à une teneur en eau qui permette une bonne conservation au stockage.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'adaptation d'une plante aux conditions de milieu s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans les conditions de stress.

A la lumière de notre travail qui a été fait pour objectif d'étudier l'adaptation de colza dans la région de Sidi-Bel-Abbès. Nous avons étudié le développement et l'adaptation de colza variétés de l'ITGC dans les conditions pédologique et climatique de la région, d'après les résultats de ce travail nous constatons que le colza s'adapte aux conditions édapho-climatiques de la station.

Cette variété de colza montre une adaptation remarquable contre les maladies et les faibles précipitations dans la région, en effet on a enregistré un rendement moyen de 7.5q/ha malgré les différents incidents notamment l'attaque des insectes (comme cétoine gris, méligèthe) mais aussi le manque de traitements des insecticides et les herbicides.

Une fois les graines de *Brassica napus* sont récoltées il serait essentiel d'élaborer des stratégies complémentaires pour leur conservation dans des banques de semences, pour la conservation de leur matériel génétique à long terme et son utilisation dans le futur.

A titre complémentaire de ce travail, il serait également souhaitable dans le cadre de conservation ex situ, de créer des banques de semences pour conserver les graines dans des conditions contrôlées par les spécialistes en biologies de conservation.

Références bibliographique

Références bibliographiques

A

- Abderrazak M., 2000**, Dictionnaire de botanique, Les phanérogames, Edition DUNOD. , Paris, 141, 171.
- Abadi, G.F., A.M. Seyedan et H.M. Laghab.,2011**. Technical and economical assessment of micro and furrow irrigation methods on grain yield and water use efficiency in four rapeseed cultivars. Iranian J. Crop Sci. 13: 325-335.
- Abbadi, A. et G. Leckband., 2011**. Rapeseed breeding for oil content, quality and sustainability. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 113: 1198-1206.
- Abrous O., Benhassaine-Kesri G., Trémollères A. et Mazliakp., 1998**.- Effect of norflurazon on lipid metabolism in soya seedlings. Phytochemistry. 49 (4), 979-985.
- Aciabio.** , 09-1994, La Biologie de Brassica napus L. (Colza/canola).
- Ackman, R.G. et F.M. Loew., 1977**. The effects of high levels of fats rich in erucic acid (from rapeseed oil) or cetoleic and cetelaidic acids (from partially hydrogenated fish oil) in a short-term study in a non-human primate species. Fette Seifen Anstrichmittel 79: 15-24.
- Agence Canadienne d'Inspection des Aliments., 1994**, La Biologie de Brassica napus L. (Colza,canola).
- Akhtar, B., 1993**.Status and potential of some oilseed crops in the WANA region. Special study report, ICARDA.
- Arnaud, F.,1989**. Sélection et variétés de colza. Cahier technique. CETIOM : 5-28.
- Ausubel F.M., 2005**, Are innate immune signaling pathways in plants and animals conserved? Nature Immunology, 6, P :973-979.
- Ayerbel L., Ceresuela J.L., 1982**-Germination de especies endemicas. Anles inst.Nac.Invest.Agrarias, Madrid, 6,P :2-41.
- Aymoning ., 1980**-stratégies pour la sauvegarde des espèces végétales : quelque aspect récent. Bull. Soc0 Et. Sci. Nat., N.S., 7(48) , P : 24-37.

B

- Bath-Smith E.C., 1954** - Leucoanthocyanidins formed leucoanthocyanins in plant tissues. Biochem. J., 58, P :122-125.
- Bcger P. et Sandmann G., 1998**.- Carotenoid biosynthesis inhibitor herbicides- Mode of action and resistance mechanisms. Pestic. Outlook. 9,P :29-35.
- Beste C.E. et Humberg N.E., 1989**- Herbicide Handbook of the weed Science Society of America. Sixth ed., Weed Science of America. Champaign, IL.

Références bibliographiques

- Bligh E.G. et DYER W.J., 1959**- A rapid method of total lipid extraction and purification. *Cano J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917.
- Bendimred,F., 2017**. Les adaptation chez les végétaux supérieur. Universites Djilali liabes. P : 11-13-14-21-24-25-30-31-39.
- **Bouchereau A., Clossais B. N., Bensaoud A., Leport L., et Reard M. , 1996**. Water Stress Effects onRapessed Quality, *European Journal of Agronomy* 5, 19 – 30.
- Boyeldieu, J.,1991**. Produire des graines oléagineuses et protéagineuses. *Agriculture d’Aujourd’hui*, Sciences Techniques Applications. Chapitre II, le colza. p : 46-49, 56.
- BradfordM.M., 1976**.- A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.*, 7, 248-254.
- Bramley P.M., 1994**.- Carotenoid biosynthesis : a target site for bleaching herbicides. *Lipid Biochem. And Pestic Action*. 22, 625-629.
- Bray E.A.,1993**, Molecular response to water defcit. *Plant Physiology*, 103, 1035-1040.
- Bagheri, H.R., S. Safari, A. Heidarian et Z. Yusefian., 2008**. Relationship between traits and path analysis for seed and oil yield in canola cultivars. In *Proceed. 1st symposium of canola*. Islamic azad university of Shahrekord, Iran, 8-10 August, 2008.
- **Bulletin de Biologie des Grains n°3 ., 2000**. Identification Visuelle des Graines Oléagineuses et les Graines des Mauvaises Herbes Connexes.

C

- Cetiom., 1988**. Le colza de printemps. . *Cahier technique*. CETIOM, 1993. Colza d’hiver : le contexte économique, les techniques culturales et les débouchés.
- **Cetiom., 1988**. Insectes et autres ravageurs du colza. *Cahier technique*. CETIOM, 1993. Colza d’hiver : le contexte économique, les techniques culturales et les débouchés.
- **Cetiom et Onidol.**, La qualité nutritionnelle des protéines de colza chez l’homme, *Unité de Physiologie de la Nutrition et du Comportement Alimentaire de l’INA – PG.* , France, 45 – 46.
- **Cetiom., 2002**. Colza d’hiver : Les techniques culturales, le contexte économique. Grignon.
- **Champoivier L., et MerrienA., 1996**. Effects of Water Stress Applied at Diffrent Growth Stages to Brassica napus L. var. oleifera on Yeild, Yield Components and Seed Quality. *European Journal of Agronomy* 5, 153 – 160.
- Chalkaer-Scott L., 1999**.- Environmental significance of anthocyanins in plant stress response. *Photochem. Photobiol.* 70, P : 1-9

Références bibliographiques

. **Christie P.J., Alfenito M.R. et Walbot V., 1994.**- Impact of low temperature on general phenyl propanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*. 194, P :541-549.

-**Come D., 1982** –les semences, organes de survie. In » conservation et des graines et des grains et produits dérivés ». Tec.et Doc., Lavoisier ed., paris, Vol. 4, P :233-253.

-**Comapra., 1989.** Colza : fiche technique.

-**Comapra., 1990.** Etude du désherbage chimique du colza. pp. 87-89. COMAPRA, 1991. Résultats des essais de colza et tournesol. Rapport de synthèse 1987-1990.

-**Cubero, J., 1999.** Mejora de las plantas parcialmente alogamas (Amélioration des plantes partiellement allogames). Cours supérieur d'Amélioration Génétique Végétale, 1998-99. Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse (CIHEAM), Espagne.

D

- **Debez A., B. Huchzermeuer, C. Grignon, C. Abdelly.** , Physiologie et biochimie de la tolérance au sel chez une halophyte oléagineuse locale : *Cakile maritima* (Brassicaceae), In Xèmes Journées Scientifiques – AUF – Quelles Biotechnologies pour une agriculture durable?, Constantine 8-11 mai 2006.

-**Diederichsen, E. et M.D. Sacristan., 1996.** Disease response of resynthesized *Brassica napus* L. lines carrying different contributions of resistance to *plasmodiophora brassicae* Wor. *Plant Breed*. 115: 5610.

- **Downey et BELL., 1990** dans : Bulletin de Biologie des Grains N°3. , Déc 2000.

- **Downey et ROBBELEN., 1989.** Colza.

- **Douglas** de recherche sur les graines, Commission Canadienne des grains.

-**DPV (Direction de la Production Végétale), 2007.** Mise à niveau des filières végétales. Filière oléagineuse. Etude faite par DCI/DPV, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.

E

-**Essahat, A., 1995.** Détermination et caractérisation par des critères morphologiques de la période optimale de récolte du colza (*Brassica napus*) au Maroc. Mémoire de titularisation, INRA, juin 1995. 89 pp.

-**Essahat, A., M. Alghoum et M. Meziati Driouch.,1997.** Désherbage du colza. In : Intensification du programme de recherche sur les cultures oléagineuses. pp. 73- 95. Convention de recherche entre INRA et DPV (Ministère de l'Agriculture) n° 2/93. Document de synthèse, novembre 1997.

Références bibliographiques

-Eliard. JL., 1979- Manuel d'agriculture générale, 5eme édition, ED J-B baillière, Paris, P : 265.

F

-FAO(FAOSTAT), 2012. Statistiques de 2010 de superficies, rendements et productions de la culture du colza dans le monde. Extrait de www.faostat.fao.org.

-FaAO/OMS., 1977. Les graisses et huiles en nutrition humaine. Etude FAO : Alimentation et nutrition, n° 3. FAO, Rome, Italie. 90pp.

G

-Green, C.G. et M. Ramans., 1995. The status of biodiesel in the U.K. In: Proc. 9th. Int. Rapeseed Conf., Cambridge, Royaume Uni, 4-7 juillet 1995. Vol 4. pp1354- 1356.

-Gomez-Campo C., 1979-the rolr of seed banks in the conservation of mediterranéen flora. Webbia, 34(1), P 101-107.

-Gomez-Campo C., 1985-seed banks as an émergency conservation strategy. In Gomez-Campo C. (ed), « plant conservation in the mediterranéen Type Ecosystems », Kluwer Academic publ.,Dorecht, P9-97.

- Gallais A. et H. Bannerot. , Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection.

- Gate P., Bouthier A., et MONIER J. L., 1992. La Tolérance à la Sécheresse, Une Réalité à Valoriser. Persp. Agric., 169 ,P : 62 – 67.

- Goddard. BJ., 1980- Développement du colza comme plante oléagineuse en Algérie, Projet «ALG /75023», PP : 3-15.

- Gonde. C., Carre. H et Jussiaux. J., 1968- Cours d'agriculture moderne, 8eme édition, ED, la maison rustique, Paris, PP : 221-225.

-Guiide Culture, Interventions de printemps 2017. fertilisation lutte contre les maladies lutte contre la verse lutte contre les ravageurs.

H

-Halfaoui, Y., 2020. Adaptation et type biologique. Université Oran 1. P :1-2-3

-Hebinger, H. et X. Pinochet., 2013. La plante : classification botanique, élaboration du rendement, sélection. In : Le colza. Ed. France Agricole. ISBN : 978-2-85557- 241-3. Paris, France.

- Hinata, K. et N. Konno., 1979. Studies on a male sterile strain having Brassica campestris nucleus and the diplotaxis muralis cytoplasm. Japan. J. Breed. 29: 305- 311.

Références bibliographiques

I

- **INRA – CETIOM.**, Hybridation entre le colza et la ravenelle en conditions proches de la pratique agricole.
- **linra.**, 2006. La génétique au service de l'amélioration du colza.
- **Inra.**, 2000. La résistance des plantes à la sécheresse. Laboratoire d'écophysiologie des plantes sous stress environnementaux (LEPSE), UMR ENSAM – INRA. , Montpellier.

K

- Körbitz, W., 1995.** Utilisation of oil as a biodiesel fuel. In D. Kimber et D.I. McGregor (eds.). Brassica Oilseeds: production and Utilization. CAB International, Wallingford, Royaume Uni. pp. 353-372.
- Lakbir, M., 2014.** Evaluation de différentes variétés de colza sous des conditions d'engorgement en eau dans la zone du Gharb. Mémoire de Projet de Fin d'Etudes de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, juillet 2014.

L

- Li, Y., C. Sun, W. Wang, J. Zhuang et X. Qian., 2007.** Breeding of Brassica napus variety 'Huyou 18' with double low content in rapeseed. Acta Agricult. Shanghai 23: 90-92.
- Liu, C., J. Wang, T. Huang, F. Wang, F. Yuan, X. Cheng, Y. Zhang, S. Shi, J. Wu et K. Liu., 2010.** A missense mutation in the VHYNP motif of a Della protein causes a semi-dwarf mutant phenotype in Brassica napus. Theor. Appl. Genet. 121: 249-258.

M

- Mara** (Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire),, **1983.** Fiche technique de la culture du colza.
- **Mechtler, K. et M. Hendler., 2011.** Yield and quality development of oil and protein crop in national VCU trials. 61. Tagung der Vereinigung der Pflanzzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2010, 79-85.
- Mehdadi, Z.** 2020. Conservation ex-situ. Université Djilali liabes. P : 6-10.
- **Mei, D., H. Wang, Y. Li, Q. Hu, Y. Li et Y. Xu., 2006.** The discovery and genetic analysis of dwarf mutation 99CDAM in Brassica napus L. Hereditas 28: 851-857.
- Mensink, R.P. et M.B. Katan., 1989.** Effect of diet enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acids on levels of low density and high density lipoprotein cholesterol in healthy women and men. New Engl. J. Med. 321: 436-441.

Références bibliographiques

- Mesquida, J. et M. Renard., 1981.** Pollinisation du colza d'hiver mâle-fertile et mâle-stérile (*Brassica napus* L. var *oleifera* METZGER) par l'abeille domestique (*Apis m. mellifica* L.). Effets sur la phénologie et le rendement. *Apidologie* 12: 345- 362.
- Mesquida, J. et M. Renard., 1987.** Pollination of self-fertile winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by honey bees (*Apis mellifica*). *Proceed. 7ème congrès international sur le colza. Poznan, pologne.* 1: 228-233.
- Mitra,J., 2001.** Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci.* 80: 758-762.
- **Miren A. et L. J. Corcuera., 1999.** Cold acclimation in plants. *Phytochemistry*, Vol 30, No. 10, pp. 3177-3184.
- **Monneveux P., et NEMMAR M., 1986.** Contribution à l'Etude de la Résistance à la sécheresse chez le Blé Tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Fesf.) : Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie* 6, 583 – 590.
- Morrison, M.J., P.B.E. McVetty et C.F. Shaykewpech.,1989.** The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. *Can. J. Plant Sci.* 69: 455-464.
- 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 des croisements interspécifiques. *Ann. Amélior. Plantes* 13 : 221-252.

N

- Nabloussi, A., 1994.** Travaux de sélection du colza. In : la Recherche sur les Oléagineux Annuels. INRA Maroc, juin 1994. pp. 69-74.
- Nabloussi, A., 1995.** Sélection des variétés '00' de colza. In : Programmation à Moyen et Court Terme sur les Oléagineux Annuels. INRA Maroc, février 1995.
- Nabloussi, A., 2002.** Evaluation de lignées et populations parentales du colza (*Brassica napus* L.) et détermination du progrès génétique réalisé. *Al Awamia.* 105 : 43-55.
- Nabloussi, A., 2004.** Seleccion y caracterizacion de lineas alto oleico y bajo linolenico de mostaza etiope (*Brassica carinata* A. Braun). Thèse de doctorat. Université de Cordoba, Espagne. 149 pp.
- **Nabloussi, A., 2005.** Amélioration génétique du colza (*Brassica napus* L.) : revue bibliographique et proposition d'une stratégie à adopter dans les conditions marocaines. *Al Awamia* 114 : 123-149.

Références bibliographiques

-**Nabloussi, A., M. Al Ghoum et M. Meziati., 2001.** Comportement de variétés de colza dans le Gharb et le Saïs. In : Actes du 1er colloque de l'agriculture sur le thème : développement agricole et recherche agronomique dans la région du Gharb-Cherarda-Bni Hssen : Bilan et perspectives. Kénitra, Maroc. Résumé. p. 35.

-**Nabloussi, A. et M. Meziati., 2002.** Comportement de lignées et hybrides simples de colza (*Brassica napus* L.) en conditions de semis tardif dans la zone de Saïs. In : H. Hilali et S.B.

R

Rzoui (eds). Actes du Premier Symposium sur le développement de la filière des oléagineux au Maroc. Société Marocaine d'Agronomie (SMA), mai 2002. pp. 135-146.

-**Nabloussi, A., A. Márquez-Lema, J.M. Fernández-Martínez et L. Velasco., 2008.** Novel seed oil types of Ethiopian mustard with high levels of polyunsaturated fatty acids. *Ind. Crops Prod.* 27: 359-363. Nabloussi, A., M. El Asri et A. Essahat. 2011. Filière des oléagineux annuels au Maroc : Etat des lieux et stratégie de développement. INRA, CRRA de Meknès, 2011. 10pp.

-**Nabloussi, A., M. El Fechtali, M. Alghoum et S. Lyagoubi., 2012.** Développement des premières variétés de colza '00' au Maroc. *Al Awamia* 125/126 : 3-14. Naderi, R. et Y. Emam. 2010. Interrelationships among grain yield and related characters of four oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars under drought stress conditions. *Desert* 15: 133-138.

-**Nicolas S., Paul-André C., Denis T., Frédéric M., 2015.** Interactions insectes-plantes : Adaptation des plantes aux stress environnementaux, P : 229-235-241-242-243.

R

- **Renard M., Brun H., Chevre A. M., Delourme R., Guerche P., Mesqida - J., Morice J., Pelletier G. et Primard C.,** Le colza oléagineux.

-**Ruck L., DE Fernel D., Robert C., 2015.** Insectes d'automne sur colza : Etat des lieux et stratégies de lutte, Terres inovia .

S

-**Senoussaoui. N., 1995-** Etude du comportement variétal de sept variétés du colza (*Brassica-napus*) dans les conditions du haut chellif, Mém, Ing, Agro, Spéci, Phyto, Option : Grandes cultures, Inst, Agro, Blida, P : 9 et P : 10, PP : 19-22, PP : 26-28, P : 35 et P : 36, P :69 et P :70.

- **Soltner. D., 1979-** Les grandes productions végétales, 10eme édition, ED, collection sciences et techniques agricole, P : 229-236-464.

- **Soltner.D.,1988-** Les bases de production végétale, 16ème édition, ED, Collection sciences et techniques agricole, PP: 20-40-320

Références bibliographiques

- **Soltner D., 1999**- les bases de la production végétale Tome , le sol et son amélioration, 22ème Edition collection sciences et technique agricole paris.

V

- **Verhaeghe-CARTRYSSE C., 1999**. La génétique du colza : passé, présent et futur – Qu'elle composition de l'huile pour quel usage ?, AIGx – Association Royale des Ingénieurs issus de la FuSAGx, pp. 1 -5.

-**Vernin G.**, technique et applications en chimie organique, Edition Dunod, Paris.

Références bibliographiques

Site web

Site web1.<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/colza>(14/01/2021)

Site web2. <https://www.quelleestcetteplante.fr/genres.php?genre=brassica>.(14/01/2021)

Site web3.<https://www.terresunivia.fr/culture-utilisation/les-especes-cultivees/colza>
(27/02/2021).

Site web4.<https://www.blog-agronomie-com-cdn-amproject.org/v/blog-agronomie-com/amp/comment-cultiver-colza>. (25/01/2021)

Siteweb5.<http://abiris.snv.jussieu.fr/flore/descriptions/colza.html>(18/02/2021)

Site web6.<https://www.yara.fr/fertilisation/solution-pour-cultures/colza/debouches-colza/huile-colza-biodiesel-europe> (18/02/2021)

Site web7.<https://amp.topsate.com/nutrition-etrecettes/les-bons-aliments/matieres-grasses/ce-qui-il-faut-savoir-sur-l-huile-de-colza-250421> (14/01/2021).

Site web8.<https://www.arvalis-infos-fr.cdn.amproject.org/v/s/www.arvalis-info.fr/le-tourteau-de-colza-s-r-economique-et-facile-a-utiliser>(14/01/2021)

Site web9.<https://www.gerbeaud.com/jardin/decouverte/colza-internet-huile-et-engrais-vert,1510.html> (16/02/2021)

Site web10.<https://www.terresinovia.fr/-/stockage-du-colza>(13/02/2021)

Siteweb11.<https://www.cbnbl.org/banque-de-semences> (13/02/2021)

Siteweb12.http://www.khatastrophe.net/cours/adaptation_vegetaux_aux_milieus/vegetaux_et_lumiere.php?im_primable=oui ((13/02/2021)

Site web13. <https://www-aujardin-info.cdn.amproject.org> (25/04/2021)