

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Khider – Biskra-

جامعة محمد خيضر- بسكرة-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

THÈSE

Doctorat en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection Végétale

Par : MELAKHESSOU ZOHRA

THÈME

Etude de l'effet des mauvaises herbes sur les caractéristiques morphologiques, agronomiques, et leurs pouvoirs allélopathiques sur blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Soutenue le : 04/11/2020

Devant le jury composé de :

Président : Mme. BOUKHALFA HASSINA

MCA UNIVERSITE BISKRA

Directeur de thèse : Mme. DEMNATI FATMA

MCA UNIVERSITE BISKRA

Examineur 1 : Mme. MEKIOUS SCHERAZED

MCA UNIVERSITE DJELFA

Examineur 2 : Mr. BOUBAKEUR ZOUBIR

Professeur ENSA El Harrach ALGER

Année Universitaire : 2019/2020

Dédicace

*A ceux que j'aime beaucoup, qui ont sacrifié leurs vies pour que je réussisse, ceux Qui sont
toujours à mes côtés, à vous mes parents que dieu vous garde*

À mes frères : Yassine, Saïd et Zouhir

À mes sœurs chacune a son nom

*Aux bougies de ma famille et aux fleurs de mon jardin mes deux enfants : Ilyes et Sérine que
dieu les protèges*

À mon mari

*A tout ce qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans ce travail, je leur
suis reconnaissante du fond du cœur*

ZOHRA

REMERCIEMENTS

A Dieu seul soit la gloire, car sans sa main si puissante qui m'a soutenu durant toutes les activités sur terrain et la rédaction de ce manuscrit, ce mémoire n'aurait aucun sens, et tous les travaux auraient été en vain.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire notamment à :

Madame DEMNATI FATMA, Maitre de Conférence, au département des Sciences agronomiques de l'Université Mohamed Kheider –Biskra- *encadreur de ce mémoire pour ses précieuses recommandations et conseils pour l'amélioration de cet ouvrage.*

Madame BOUKHALFA HASSINA dite HAFIDA ; Maitre de Conférence au département des Sciences agronomiques de l'Université Mohamed Kheider –Biskra- qui m'a fait *le grand honneur d'avoir accepté de présider les jurys durant cette soutenance.*

Madame MEKIOUS SCHERAZED : Maitre de conférence à l'université de Djelfa, et à monsieur BOUBAKEUR ZOUBIR : Professeur à l'école national supérieur des sciences agronomiques El Harrach Alger *pour avoir acceptés d'apporter ses critiques en tant qu'examineur afin d'améliorer ce travail. Merci d'avoir consacré du temps à lire et à juger cette recherche.*

Mes vifs remerciements s'adresse à : SMAIHI HASSINA, KHERCHOUCHE DALILA, CHAOUCHE IKHOUANE HIND enseignantes et YOUCEF NOUR EL HOUDA ingénieur de laboratoire de physiologie végétale à l'institut des sciences vétérinaires et sciences agronomique de l'université Hadj Lakhdar Batna 1 pour leurs conseils, leurs aides et leurs disponibilités en tout temps.

Je remercie également ma chère sœur et collègue MEBREK NAIMA pour son soutien et sa disponibilité en tout temps sans oublier les enseignants du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider.

Je tiens à remercier monsieur OUDJEHIH BACHIR professeur au département sciences agronomiques et mon ex promoteur pour leur collaboration dans l'identification des espèces de mauvaises herbes je le dit merci beaucoup.

Toute ma famille pour leur soutien moral, et leur encouragement pendant toute la préparation de ce mémoire.

Tous mes amis qui m'ont soutenu par la prière, par leur conseil et leur aide, ainsi qu'à toutes les personnes, qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Type de nuisibilité des mauvaises herbes	10
2	Type biologique selon la classification de RAUNKIER (1905)	19
3	Structure d'unité de base des poly phénols	26
4	Structure de base d'acide phénolique	28
5	Structure de base d'acide benzoïque	29
6	Structure de base des acides hydroxy-benzoïque	29
7	Structure de squelette de base des flavonoïdes	30
8	Structure générale des Flavonoïdes	30
9	Structures des tanins hydrolysables et condensés	32
10	Structure de quelques alcaloïdes	33
11	Carte géographique de la wilaya de Batna	37
12	Diagrammes Ombrothermique de la région de Batna (Période : 1978- 2018)	41
13	Climagramme d'Emberger de la région d'étude (1978-2018)	43
14	Carte pluviométrique des sites d'étude	44
15	Carte climatique des températures	45
16	Carte représentative de l'indice d'aridité de DE Martone	46
17	Localisation des sites d'études	49
18	Présentation des types biologiques	57
19	Proportions des groupes d'adventices selon I.P.N.	59
20	Dendrogramme de similitude	61
21	Les différentes étapes d'échantillonnage et de conservation	67
22	Dispositif expérimental	73
23	Détail d'une seule répétition du dispositif expérimental	74
24	Effet des mauvaises herbes sur la hauteur finale de la plante	75
25	Effet des différentes mauvaises herbes sur l'élaboration de	77
26	Effet des différents traitements sur le nombre de feuilles par plant	79
27	Effet des mauvaises herbes sur la longueur épi/plant	80
28	Effet des différents traitements sur le nombre d'épi par plant	81
29	Effet des différents traitements sur le nombre de grains par plant	83
30	Effet des différentes espèces de mauvaises herbes sur le rendement grains	85
31	Photo <i>Avena sterilis</i>	91
32	Photo <i>Bromus rubens</i>	92
33	Photo de <i>Lolium multiflorum</i>	93

34	Photo de <i>Silybum marianum</i>	94
35	Dispositif expérimental	97
36	Effet des extraits aqueux des adventices sur le taux de germination	105
37	Effet des différents extraits aqueux sur la longueur tigelle de blé dur	107
38	Effet de trois extraits aqueux de trois adventices sur la longueur de radicule de blé	108
39	Taux de réduction de la matière fraîche chez les des deux variétés du blé dur	111
40	Taux de réduction de la matière sèche des deux variétés du blé dur	111
41	Rendement d'extraction des extraits bruts	112
42	Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux	113
43	Concentration en polyphénols totaux dans les extraits méthanoliques des adventices testés	113
44	Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.	114
45	Concentration en flavonoïdes totaux des mauvaises herbes testées	115

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Evolution de la superficie, de production et de rendement de blé dur en Algérie	6
2	Taux d'occupation par variété de l'espèce blé dur	7
3	Exemples de production de graines par unité de surface ou par plante.	9
4	Exportations des éléments fertilisants (kg/ha) par quelques espèces	13
5	Précipitations moyennes mensuelles de la période 1978-2018.	38
6	Répartition des températures moyennes mensuelles (Période : 1978-2018).	39
7	Classification de type de climat selon l'Indice de Stewart	41
8	Répartition des terres dans la wilaya de Batna (Campagne agricole 2017/2018).	46
9	Superficies, productions et productivité des divers produits végétales de la wilaya de Batna (compagne agricole 2017 /2018).	47
10	Evolution des superficies et des productions de blé dur dans la wilaya de Batna	48
11	Tableau de formules de fréquence	51
12	Tableau de formule d'abondance	52
13	Les familles rencontrées dans les champs de blé dur de la région d'étude	54
14	Liste des espèces recensées avec des indications sur leur type biologique	55
15	Indice Partiel de Nuisibilité (I.P.N.) et relative (Fr) des espèces adventices dominantes	58
16	Matrice de proximité de Jaccard	62
17	Origine et caractéristiques des variétés utilisées	66
18	Caractéristiques morphologiques et écologiques des mauvaises herbes choisies	68
19	Classement des groupes homogènes (test Newman Keuls à 5%) de la hauteur finale du plant	76
20	Classement des groupes homogènes (test Newman Keuls à 5%) du nombre des talles par plant	77
21	Taux de perte du nombre de talles en présence des adventices par rapport au phytomètre	78
22	Classement des moyennes des différents traitements à l'aide de SNK	80
23	Classement des groupes statistiques de la variable biomasse totale	82
24	Classement des groupes statistiques de la variable nombre d'épi par plant	83
25	Classement des groupes statistiques de la variable grains par épi	84
26	Classement des moyennes du rendement grains (gr/plant)	86
27	Rendement en grains (gr/plant) et pertes enregistrées en fonction des différents traitements	86
28	Gamme d'étalonnage de la quercétine	102
29	Analyse de la variance de l'effet des extraits aqueux de quatre adventices sur le taux de germination des deux variétés de blé dur à différentes concentrations.	105
30	Analyse de la variance et taux de perte des extraits aqueux des adventices sur Longueur de la tigelle de deux variétés de blé dur à différentes concentrations.	107
31	Analyse de la variance et taux de perte des extraits aqueux de la longueur de la radicelle de blé dur .	109
32	Taux de réduction de la matière fraîche et sèche en fonction des différents extraits aqueux	110

Liste des abréviations

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MADR : Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural

ITGC : Institut Technique Des Grandes Cultures

INPV : Institut National De la Protection des Végétaux

SAU : Superficie Agricole Utile

DSA : Direction des Services Agricoles

FA : fréquence absolue

CNCC : Centre National des Cultures Certifiées

OAIC : Office Algérien Interprofessionnel Des Céréales

MH : mauvaise herbe

mg EAC/ g d'extrait : milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait

µgEQ/ gr de MS : microgramme équivalent de quercétine par gramme de matière sèche

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	3
<i>Chapitre 1 : Importance économique de filière céréales et blé dur</i>	4
Introduction	4
I.1. Au niveau mondial	4
I.2. Au niveau national	5
Conclusion	7
<i>Chapitre 2 : Généralités sur les mauvaises herbes</i>	8
Introduction	8
II.1. Définitions	8
II.2.Nuisibilité des mauvaises herbes	8
II.2.1.Notion de la Nuisibilité	8
II.2.1.1.Nuisibilité due à la flore potentielle	9
II.2.1.2. Nuisibilité due à la flore réelle	9
II.3. Seuils de nuisibilité	10
II.3.1.Seuil biologique	11
II.3.2.Seuil technique	11
II.3.3.Seuil économique	11
II.4.Interactions biologiques entre mauvaises herbes et plantes cultivées	12
II.4.1.Compétition due aux mauvaises herbes	12
II.4.1.1.Compétition pour les éléments fertilisants	12
II.4.1.2. Compétition pour la lumière	13

II.4.1.3. Compétition pour l'eau	14
II.4.1.4. Compétition pour l'espace	14
II.4.2. Croisement accidentel et diminution de l'homogénéité	14
II.4.3. Allélopathie due aux mauvaises herbes	14
II.5. Effets des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur	15
II.6. Facteurs de développements et distribution de la flore adventice	15
II.6.1. Influence des facteurs de l'environnement	16
II.6.1.1. Rôle du climat	16
II.6.1.2. Rôle du sol	16
II.6.2. Influence des facteurs agronomiques	17
II.7. Types biologiques des mauvaises herbes	17
II.7.1. Les plantes annuelles ou (thérophytes)	17
II.7.1.1. Les annuelles d'été	17
II.7.1.2. Les annuelles d'hiver	18
II.7.2. Les plantes bisannuelles (hémicryptophytes)	18
II.7.3. Les plantes vivaces (géophytes)	18
Conclusion	19
<i>Chapitre 3 : Concept d'Allélopathie</i>	20
Introduction	20
III.1. Définition	20
III.2. Natures chimiques des substances allélopathiques	22
III.3. Voies de libération de substances allélochimiques	22
III.4. Conditions ou variations de teneurs en composés allélopathiques	23
III.5. Effet des substances allélochimiques sur les plantes	24
III.6. Métabolites secondaires impliqués dans l'allélopathie	25
III.6.1. Les composés phénoliques	26
III.6.1.1. Les acides phénoliques	27
III.6.1.2. Les flavonoïdes	29

III.6.1.3..Les tanins	31
III.6.1.4.Les coumarines	32
III.6.1.5.Les lignanes	33
III.6.1.6.Les alcaloïdes	33
III.6.1.7.Les terpénoïdes	34
III.6.1.8.Les quinones	35
III.6.1.9.Les saponines	35
Conclusion	35
<i>Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude</i>	36
Introduction	36
Objectifs	36
IV.1.Caractéristiques de la région d'étude	36
IV.1.1.Situation géographique	36
IV.1.2.Pédologie	36
IV.1.3.Hydrologie	36
IV.1.4.Climat	38
IV.1.4.1.Variation mensuelles et annuelles des précipitations	38
IV.1.4.2.Température	39
IV.1.4.3.Les vents	39
IV.1.4.4.Les gelées	40
IV.1.4.4.Synthèse climatique	40
IV.1.4.4.1.Diagramme Ombrothèrmique	40
IV.1.4.4.2.Climagramme d'Emberger	41
IV.1.4.4.3.Spatialisation du climat	42
IV.1.4.4.3.1.Précipitations	43
IV.1.4.4.3.2.Températures	44
IV.1.4.4.3.3.Indice d'aridité	44
IV.1.5. L'Agriculture dans la région de Batna	45

IV.1.5.1. Situation de l'agriculture dans la région de Batna	46
IV.1.5.2. Production végétale	46
Conclusion	48
<i>Chapitre V : Diversité floristiques des mauvaises herbes dans les champs de blé dur</i>	49
Introduction	49
Objectifs	49
V.1. Description du site d'étude	49
V.2. Matériel utilisés et méthodes de travail	50
V.2.1. Matériel utilisés	50
V.2.2. Démarche méthodologique	50
V.2.3. Identification des mauvaises herbes	51
V.2.3. Méthodes d'analyse des données	51
V.3. Résultats	54
V.3.1. Diversité floristique	54
V.3.1.1. Diversité taxonomique	54
V.3.1.2. Spectre biologique	57
V.3.2. Nuisibilité des adventices	58
V.3.3. Biodiversité des stations	60
V.4. Discussion	64
Conclusion	65
<i>Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques, agronomiques de blé</i>	66
Introduction	66
Objectifs	66
VI.1. Matériel biologique	67
VI.1.1. Plante cultivée	67
VI.1.2. Mauvaises herbes	67
VI.2. Méthodologie de travail	70
VI.2. 1. Préparation de la serre et nettoyage des pots	70

VI.2.2. Préparation du substrat de semis et constitution des pots de culture	70
VI.2.3.1. Arrosage des pots avant le semis (faux semis)	70
VI.2.3.2. Semis de phytomètre, l'intra spécifique et l'inter spécifique	70
VI.2.3.3. Irrigation	71
VI.2.3. Dispositif expérimental	71
VI.2.4. Paramètres suivis	71
VI.2.4.1. Effet des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques de la culture	71
VI.2.4.1.1. Hauteur de la plante	71
VI.2.4.1.2. Nombre de talles	71
VI.2.4.1.3. Nombre d'épis par plant	71
VI.2.4.1.4. Longueur épi par plant	71
VI.2.4.1.5. Production de matière sèche totale (biomasse aérienne gr /plant)	71
VI.2.4. 2. Effet des mauvaises herbes sur les caractères agronomiques de blé dur	71
VI.2.4.2.1. Nombre d'épis par plant	71
VI.2.4.2.2. Nombre de grains par épi	71
VI.2.4.2.3. Rendement en grains (gr /plant)	71
VI.2.5. Outil statistique	72
VI.3. Résultats	75
VI.3.1. Effet des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques de blé dur	75
VI.3.1.1. Effet sur la hauteur finale de la plante	75
VI.3.1.2. Effet des différents traitements sur le nombre de talles/plant	76
VI.3.1.3. Effet sur le nombre de feuilles par plant	78
VI.3.1.4. Effet sur la longueur de l'épi	79
VI.3.1.5. Effet des différentes espèces d'adventices sur l'élaboration de la biomasse aérienne	81
VI.3.2. Effet des mauvaises herbes sur les caractères agronomiques de blé dur	81
VI.3.2.1. Effet sur le nombre d'épi par plant	82
VI.3.2.2. Effet sur le nombre grains par épi	84
VI.3.2.3. Effets compétitif des mauvaises herbes sur le rendement grains (gr/plant)	85

VI.4.Discussion	87
Conclusion	89
<i>Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques</i>	90
Introduction	90
Objectifs	90
VII .1. Matériel végétal utilisés	90
VII .1.1. Les mauvaises herbes	94
VII.1.2. La plante cible	96
VII.2. Méthodologie de travail	96
VII.2.1. Prélèvement du matériel végétal (mauvaises herbes)	96
VII.2.2. Séchage et broyage	97
VII.2.2.1. Préparation des extraits aqueux	97
VII.2.2. 2. Préparation des essais de germination	97
VII.2.2.3. Dispositif expérimental	99
VII.2.3. Paramètres mesurés	99
VII.2.3.1. Taux de germination (TG %)	99
VII.2.3.2. Taux d'inhibition (TI%)	99
VII.2.3.3. Longueurs de la coléoptile et de radicule	99
VII.2.3.4. Elaboration de la matière fraîche et sèche	99
VII.2.3.5. Extraction des polyphénols totaux	100
VII.2.3.6. Dosage des composés phénoliques	101
VII.2.3.6.1.Dosage des polyphénols	102
VII.2.3.6.2. Dosage des flavonoïdes totaux	104
VII.2.4.Outil statistique	105
VII.3.Représentation des résultats	105
VII .3.1.Effet inhibiteur des extraits aqueux des adventices	105
VII.3.1.1.Effet des extraits aqueux sur le taux de germination	105

VII.3.1.2.Effet sur la longueur de la tigelle	107
VII.3.1.3.Effet des extraits aqueux sur la longueur de la radicule	109
VII.3.1.4.Effet des extraits aqueux sur la production de la matière fraîche et sèche de deux variétés de blé dur	111
VII.3.2.Dosage phytochimique de quatre extraits de mauvaises herbes	112
VII.3.2.1. Rendement d'extraction	112
VII.3.2.2.Dosage des polyphénols totaux	113
VII.3.2.3.Dosage des flavonoïdes totaux	115
VII.4.Discussion des résultats	116
VII.4.1.Effet inhibiteur des extraits des mauvaises herbes	117
VII.4.2.Dosage des polyphénols et flavonoïdes	118
Conclusion	120
Conclusion générale	121
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumés	

Introduction générale

Le Maghreb est la zone du monde où la consommation de céréales par habitant est la plus élevée, ce qui s'explique par l'histoire. Cette culture, pèse d'un poids considérable, car le blé dur et le blé tendre constituent la base de l'alimentation dans les pays du Maghreb (Jouve et al.2003) et occupent la première place tant au stade de la production agricole, qu'à celui de la transformation industrielle des produits agricoles (Rastoin et Benabedrazik, 2014). Par ailleurs le blé dur et le blé tendre sont les céréales les plus cultivées pour l'alimentation humaine, devant le triticale en tant que matière première de la fabrication des aliments du bétail (Fourar – Belaïfa et Fleurat-Lessard, 2015).

En effet, En Algérie cette culture demeure le pivot de l'agriculture, reste partout dominant mais dans des nombreuses zones où les rendements céréaliers sont trop bas pour assurer une rentabilité financière suffisante (Ait Amara et Bessaoud, 1986). Cette culture représente un poids considérable dans l'économie nationale (Djermoun, 2009), plus de la moitié des 8,5 millions d'hectare que compte la SAU est consacrée au système céréales jachère (Bessaoud, 2019).Cet agro écosystème demeure la principale ressource végétale possible des zones arides et semi arides et il est conduit principalement sous conditions pluviales (Cadi, 2005). Malgré l'évolution de la subvention publique au secteur agricole et en particulier pour la céréaliculture, cette dernière est confrontée à diverses contraintes dont notamment l'irrégularité des pluies et la variabilité du climat (Djermoun, 2009). Une des causes des chutes des rendements reste l'effet de la sécheresse qui peut apparaître à tout moment au cours du cycle de la culture (Leulemi et Sellam, 2008) Toutefois, les céréales restent trop sensibles à la concurrence des adventices qui peuvent considérablement affecter le rendement et causer des importantes pertes des récoltes et qui est considérée comme facteur influent à côté des aléas climatiques (Rodriguez et Gasquez 2008).

Ouattar et Ameziane, (1989) signalent la nécessité d'une lutte efficace contre les adventices car leur présence dans un champ de céréales peut être nuisible à plusieurs titres. La compétition pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière, affecte directement la croissance de la culture et son rendement (Dejoux et al., 1999). L'infestation massive de ces mauvaises herbes gênent les outils de labour et de moisson et rendent la réussite de ces opérations problématique. Le mélange de graines de mauvaises herbes avec les graines de la céréale déprécie la qualité commerciale du produit récolté. Les phénomènes de compétition entre les mauvaises herbes et les cultures de point de vue nourriture (éléments fertilisants, eau), espace et lumière d'un côté, et l'allélopathie d'un autre coté interviennent également dans

Introduction générale

l'accélération de la sénescence des feuilles, qui sont en grande partie à l'origine de l'affaiblissement des plants (Florent,2006) et des pertes de rendement (Hussain et *al.*, 2007 ; Walia, 2015).

Les mauvaises herbes se sont progressivement multipliées pour couvrir des superficies de plus en plus importantes et les pertes causées par ces adventices sont de l'ordre de 20 à 50 % de la production nationale (Harker, 2001). Ainsi, dans la région des Haut-plateaux de l'ouest Algérien, le rendement atteint un maximum de 19,8 qx/ha (Benbelkacem et Kellou, 2004 ; Bougenar et *al.*, 2006) puis diminue proportionnellement par rapport au palissement de la culture pour passer à 14,46 qx/ha soit une perte de 43% (DSA, 2018).

Ces agro écosystèmes qui sont concentrée dans des périmètres non irrigués, entre autre la région de Batna, où la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture des Aurès après la pomiculture. Les superficies emblavées en blé dur stagnent autour de 38315,5d'ha, une fluctuation aux rendements suite aux problèmes précités. Dans ce contexte notre premier objectif est de déterminer la flore adventice des champs de blé dur, en second rang évaluer l'effet compétitif (allélopathie) des espèces les plus nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques sur deux variétés de blé dur, suivit par une analyse phytochimique de ces plantes adventices.

Les objectifs de cette étude, sont très claires, en commençant tout d'abord de décrire quelle est la flore messicole rencontrées dans les champs de blé dur de la zone d'étude (W. Batna) et de faire ressortir les espèces nuisibles à cette culture, deuxièmes de prouver que ces espèces sont nuisibles et engendres des dégâts considérables par l'application de la méthode en compétition interspécifique entre, mauvaises herbes et blé dur, suivie par une estimation de leur potentiel allélopathique et un dosage quantitatif de substances responsables de cette perte.

Afin de répondre aux objectifs de cette recherche, le travail a été organisé et présenté en quatre parties comme suit :

L'introduction de l'étude expose la problématique de notre thème de recherche en décrivant la place de la céréaliculture en Algérie et les contraintes subites par cette culture.

Revue bibliographique qui englobe : l'importance de la filière céréale en générale et la culture de blé dur en particulier au niveau national et international, généralités sur les mauvaises

Introduction générale

herbes (nuisibilité, dégâts engendrés ainsi que la flore messicole présente dans les champs de blé dur et ainsi des généralités sur l'allélopathie et les métabolites secondaires.

Partie expérimentale scindée en trois chapitres, chaque chapitre englobe le matériel et la méthodologie de travail adopté, résultats obtenus avec leur discussion et on a terminé par une Conclusion générale.

Introduction

Les céréales, socle historique de la diète méditerranéenne, occupent encore aujourd'hui une place prépondérante à la fois dans la production agricole et agroalimentaire de l'Algérie et dans la consommation alimentaire des ménages. La consommation de céréales en Algérie représente 25% des dépenses alimentaires et 230 kg/an d'équivalent-grains, avec une prépondérance de la semoule de blé dur (Rastoin et Benabderrazik, 2014). Cependant, la production céréalière en Algérie est largement déficitaire et est loin de satisfaire la demande d'une population sans cesse croissante. Cette faiblesse est due à plusieurs contraintes biotiques et abiotiques. Ce chapitre est dédié à la présentation de quelques éléments de contexte concernant les céréales, au niveau international et national (fluctuations de la production, des superficies et rendements durant une période de 18ans : 2000/2017).

I.1.Au niveau mondial

Les céréales occupent une place primordiale dans le système agricole mondiale (Slama *et al.*, 2005 ;Allaya et Rucheton, 2006 ; Anonyme , 2012)., représentent dans les pays méditerranéens les principales productions agricoles avec plus de 50% des surfaces cultivées (Bencharif *et al.*, 2009); et contribuent dans ces pays de 35 à 50% des apports caloriques de leur ration alimentaire (Allaya et Rucheton, 2006).

Selon le premier bulletin prévisionnel 2017 de la FAO sur l'offre et la demande de céréales en 2016, la production céréalière mondiale a achevé les 2 605,8 millions de tonnes, soit 1,7 pour cent de plus que la production de 2015. Pour l'année 2017 elle devrait atteindre 2 597 millions de tonnes en, volume qui représente seulement 0,3 % (9,0 millions de tonnes) de moins qu'en 2016, année record, et demeure supérieur à la moyenne enregistrée sur cinq ans. Pour la campagne 2017-2018, un calme relatif devrait continuer de régner sur les marchés et la production mondiale ne décliner que faiblement.

La production mondiale de blé dur est estimée à 684 millions de tonnes annuellement sur la période 2008/2013. En 2013, la Chine était le 1er producteur mondial de blé avec 17% du total de la production devant l'Inde (13%), les Etats-Unis (8%) et la Russie (7%). Les approvisionnements mondiaux de blé ont resté amplement dans la campagne de commercialisation 2016/17. La production de blé est de 1,2% supérieure à celle de 2015, en 2016 elle a dépassé l'utilisation pour la quatrième saison consécutive. Par conséquent, Les

Chapitre 1 : Importance économique de filière céréales et blé dur

stocks de blé ont augmenté et atteindre un nouveau record avec 238,5 millions de tonnes durant la campagne 2015/2016 et ce, surtout grâce à des hausses en Chine, aux Etats-Unis et en Russie. Pour la campagne 2016/17, les stocks mondiaux ont achevé 234 millions de tonnes, atteignant leur plus haut niveau depuis 2001/02.

Pour la campagne 2017/18, la production déclinera légèrement par rapport à la campagne 2016/17 selon le premier bulletin prévisionnel 2017 de la FAO. L'utilisation mondiale de blé est vu diminuer légèrement dans la plupart du temps et sa consommation est estimée à 730,5 millions de tonnes (FAO, 2016; Frédéric Hénin, 2017).

I.2. Au niveau national

Durant la campagne moisson-battage 2014-2015, l'Algérie a produit 37,6 millions de quintaux ; dont : 20, 2 millions de qx de blé dur, 6,4 millions de qx de blé tendre, 10,3 millions de qx d'orge et 0,7 millions de qx d'avoine. Pour l'ensemble de l'année 2015, l'Algérie a importé 8,5 millions de tonnes de blé tendre (qui représentent 70% de toutes les céréales importées) et 500.000 tonnes pour l'année 2016 (INRAA, 2016).

Dans le cadre du programme « Renouveau agricole et rural », lancé en 2010 (MADR, 2010). Le ministère de l'Agriculture algérien, a retenu pour la période 2015-2019, le défi posé dans plusieurs plans successifs de développement est d'augmenter fortement les surfaces et les rendements en céréales (blés et orge principalement). Ainsi, cette stratégie vise une augmentation de la production de blé en 2019 à 69,8 millions Qx avec 0 % importations de blé dur et un gain de production de 15 millions de Qx pour une valeur de 800 millions de dollars.

A l'horizon 2020, l'augmentation de la production achèvera 85%, avec, un quasi autosuffisance en blé dur et une couverture des besoins nationaux en blé tendre à hauteur de 30%. Si le programme de Renouveau agricole parvient à atteindre ses objectifs en termes de production pour le blé dur et le blé tendre, l'Algérie pourrait connaître une transition très attendue vers une plus grande sécurité alimentaire en assurant plus de 50% de ses besoins par la production locale (Jean-Louis et El Hassan, 2014). Les actions à mener pour atteindre ce but sont :

-Lancement d'un plan d'action centre sur la filière blé dur ;

Chapitre 1 : Importance économique de filière céréales et blé dur

-Renforcement des capacités de stockage des céréales par la réalisation de 39 silos d'une capacité globale de 8,2 millions Qx ;

-Renforcement des capacités d'usinage des semences de céréales par la réalisation de 17 nouvelles stations d'usinage ;

-L'amélioration de la chaîne de qualité de la production de semences de céréales réglementaire ;

-La poursuite du renforcement et du renouvellement du parc des moissonneuses batteuses (Oamri, 2016).

Le tableau ci-dessous montre les superficies, productions et rendements de blé dur durant la période 2000/2017

Tableau 01 : Evolution de la superficie, de production et de rendement de blé dur en Algérie

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ ha)
2000	544470	4863340	8,93
2001	1112180	12388650	11,14
2002	813890	9509670	11,68
2003	1265370	18022930	14,24
2004	1307590	20017000	15,31
2005	1042894	15687090	15,04
2006	1162880	17728000	15,24
2007	1187620	15289985	12,87
2008	726105	8138115	11,21
2009	1262842	20010378	15,85
2010	1181774	18089739	15,31
2011	1230414	21957900	17,85
2012	1342881	24271180	18,07
2013	1180332	23323694	19,76
2014	1182127	18443334	15,6
2015	1314014	20199390	15,37
2016	1533240	19376183	12,64
2017	1602617	19909570	12,42

(Source : MADR, 2018).

Le taux d'occupation de blé dur par variété est illustré dans le tableau 2

Tableau 02 : Taux d'occupation par variété de l'espèce blé dur (ITGC Sétif, 2018)

Variétés	Taux d'occupation
Vitron	26%
Simito	20%
Boussallem	13%
Gta dur	11%
Chen's	7%
Targui	7%

Conclusion

Les causes de l'échec de l'intensification de la céréaliculture sont nombreuses et diversifiées :
-Au-delà du facteur de la mécanisation, d'autres facteurs interviennent liées à l'environnement , à la nature des techniques nouvelles employés , à l'utilisation des instruments mécanique qui nécessitent un entretien et un savoir de conduite important ,et en raison aussi d'un ensemble de facteurs organisationnels , financiers et humaines et des divers structures intervenants dans le processus d'intensification qui ne sont pas arrivées à remplir leur mission (approvisionnements en retard , maitrise du paquet technologique ,vulgarisation insuffisante..).

-La politique des prix appliquée est jugée décourageante pour l'intensification, car si, les coûts de production augmentent, les prix de vente les suivent, or ce n'est pas le cas. De même pour les débouchées des produits agricoles qui sont commercialisées obligatoirement à des offices spécialisés et à des prix fixés.

Introduction

Les mauvaises herbes exercent une concurrence sur la céréale vis-à-vis de la lumière, l'eau, éléments minéraux et de l'espace. Cette concurrence entraîne une baisse de rendement considérable, pouvant aller jusqu'à 40% de perte de la production potentielle de la culture (INPV, 2018). Elles déprécient la qualité des récoltes par l'augmentation du pourcentage d'impuretés, le goût et l'odeur désagréable de la céréale et par la présence de semences toxiques. Ces impuretés peuvent également augmenter le taux d'humidité dans les silos de stockage, favorisant le risque de développement de moisissures. Tous ces risques rendent les céréales impropres à la consommation.

II.1. Définitions

Toutes les espèces qui s'introduisent dans les cultures sont couramment dénommées « adventices » ou mauvaises herbes. Bien que généralement employés dans le même sens, ces deux termes ne sont pas absolument identiques : pour l'agronome, une « adventice » est une plante introduite spontanément ou involontairement par l'homme dans les biotopes cultivés (Bournerias, 1979) Selon Godinho (1984) et Soufi (1988), une mauvaise herbe est toute plante qui pousse là où sa présence est indésirable. Le terme de « mauvaise herbe » fait donc intervenir une notion de nuisance, et dans les milieux cultivés en particulier, toute espèce non volontairement semée est une « adventice » qui devient « mauvaise herbe » au-delà d'une certaine densité, c'est à dire dès qu'elle entraîne un préjudice qui se concrétise, en particulier par une baisse du rendement (Barralis, 1984). Ce sont des plantes qui se propagent naturellement (sans l'intervention de l'homme) dans des habitats naturels ou semi naturel (Brunel *et al.* 2005).

De point de vue botanique : c'est une espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer.

II.2. Nuisibilité des mauvaises herbes

II.2.1. Notion de nuisibilité

Le concept de nuisibilité englobe deux sortes d'effets, ceci s'explique par une nuisibilité due à la flore potentielle, et une nuisibilité due à la flore réelle. Ces deux concepts montrent

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

clairement les dégâts causés par les mauvaises herbes, et leurs effets sur la productivité et le rendement des cultures (Roberts, 1981 ; Barralis et Chadoeuf, 1987 in Caussanel, 1988).

II.2.1.1. Nuisibilité due à la flore potentielle

Dont il faudrait tenir compte si, pour chaque espèce, chacun des organes de multiplication conservés dans le sol à l'état de repos végétatif (semences, bulbes, tubercules, etc..) donnait un individu à la levée. En fait, ce risque doit être réduit dans les prévisions. En effet, avec un potentiel semencier de l'ordre de 4 000 semences viables par m² et si l'on admet que les levées au champ représentent généralement entre 5% et 10% du nombre de semences enfouies, les infestations prévisibles d'une culture représentent 200 à 400 adventices par m² (Roberts, 1981 ; Barralis et Chadoeuf, 1987 in Caussanel, 1988). Ce phénomène peut être illustré par l'exemple suivant (Tableau 03) (El Hassani, 1995).

Tableau 3 : Exemples de production de graines par unité de surface ou par plante.

Espèce	Type de culture	Graines/m ²
Région méditerranéenne : <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Essais fertilisés	1 038 000
Région tempérée : <i>Elymus repens</i>	Culture intensive	>634
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Blé d'hiver	6500
Région tempérée : <i>Matricaria recutita</i> L. <i>Rumex obtusifolius</i> <i>Chenopodium album</i>	Céréales	5000
	Prairies	7 000
	Cultures sarclées	3 000 à 20 000

(D'après Hanf (1982) ; Cavers et Benoit (1989))

II.2.1.2. Nuisibilité due à la flore réelle

Selon Caussanel (1988), la nuisibilité due à la flore adventice réelle n'est prise en compte que par ses effets indésirables sur le produit récolté, cette nuisibilité est dite primaire. Si les dommages dus à l'action conjuguée de la flore réelle et de la flore potentielle s'étendent aussi à la capacité ultérieure de production, soit au niveau de la parcelle (accroissement du potentiel semencier du sol notamment), soit au niveau de l'exploitation agricole (création et multiplication de foyers d'infestation, contamination du sol ou du matériel végétal, nuisances et pollution), la nuisibilité est qualifiée de secondaire c'est-à-dire aux plantes qui lèvent

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

réellement au cours du cycle de la culture. Donc chaque espèce adventice possède sa propre nuisibilité (nuisibilité spécifique) qui contribue à la nuisibilité globale du peuplement adventice dans des conditions d'offre environnementale définies (Figure.01).

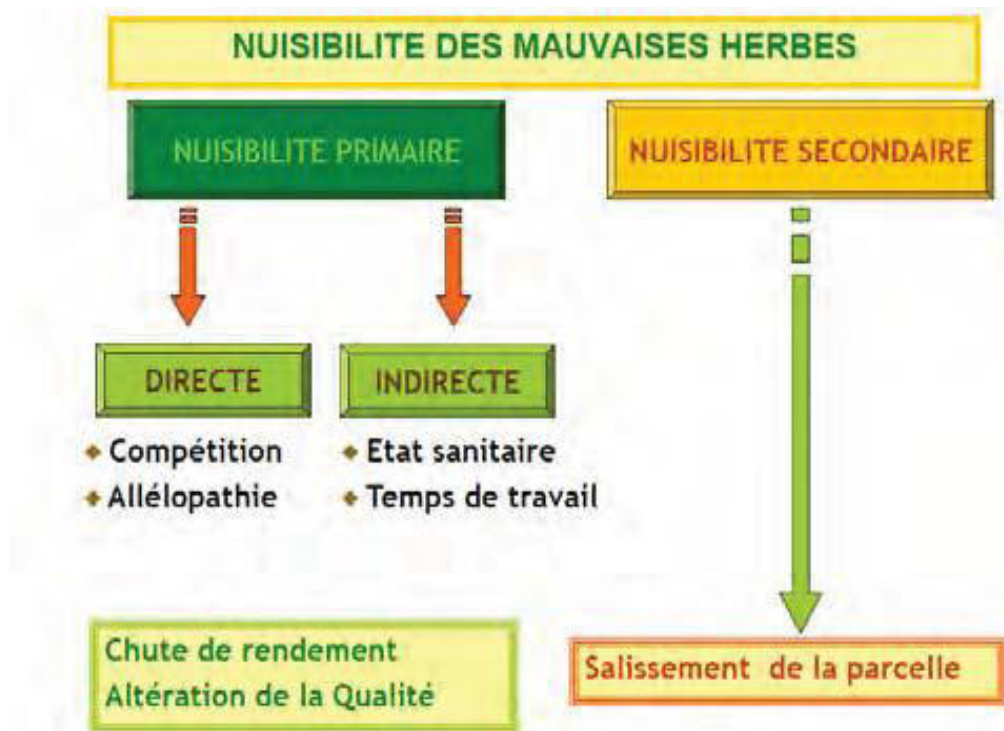


Figure01 : Type de nuisibilité des mauvaises herbes (Caussanel ,1988)

II.3. Seuils de nuisibilité

La notion de seuil de nuisibilité est liée au type de nuisibilité adventice que l'on redoute principalement. L'idée simple que le seuil de nuisibilité exprime le niveau d'infestation adventice à partir duquel il est rentable de désherber.

De ce fait, sur le plan pratique ; il est nécessaire pour mesurer, ce seuil, d'identifier les facteurs à considérer (la concurrence, le risque d'infestation, les dégâts dus à une mauvaise herbe dominante ou à la population d'adventice). La littérature fait état de trois types de seuil de nuisibilité :

II.3.1. Seuil biologique

Il concerne la relation entre la perte de rendement de la plante cultivée et la présence de la mauvaise herbe à une période déterminée. Plus exactement ce type de seuil se définit comme étant le niveau d'infestation à un moment donné à partir duquel une baisse de rendement de la culture est mesurable. En d'autre terme, c'est le niveau d'infestation à partir duquel une opération de désherbage devient rentable. Ce seuil est atteint pour le cas de vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* Huds.) dans la culture de blé d'hiver, lorsque l'on dénombre entre 22 et 33 plants /m². Ainsi, la valeur de seuil de nuisibilité biologique est basée sur le seul paramètre, densité (Haouara, 1997).

II.3.2. Seuil technique

Il est défini comme étant le niveau d'infestation à partir duquel, les pertes quantitatives de récolte, peuvent être appréciées et mesurées. Ce seuil peut traduire le niveau d'infestation à partir duquel une action dépressive des adventices sur la culture est détectable voire observable ou mesurable.

Il peut permettre aussi de déterminer la densité critique, ainsi que la période sensible de la culture à la concurrence des mauvaises herbes. En réalité tout programme de désherbage devrait être envisagé en fonction des risques de nuisibilité que les mauvaises herbes font encourir aux plantes cultivées et les dégâts potentiels sur les produits récoltés.

A titre d'exemple un blé concurrencé par le vulpin (*Alopecurus agrestis* L.), à une densité d'infestation de 35 pieds /m² accuse une chute de rendement de 6%. Cependant ce seuil est variable selon les régions, puisqu'il dépend de l'offre environnementale.

Le deuxième exemple est fourni par Caussanel *et al* (1982) ont montré que la présence de 7 pieds de *Chenopodium album* par mètre linéaire dans les inters rangs de maïs pendant les 9 premières semaines de la levée, réduit de 30 % les rendements de la culture.

II.3.3. Seuil économique

Il représente le niveau d'infestation au stade requis pour l'opération du traitement herbicide à partir duquel un désherbage devient rentable. Des seuils de nuisibilité économique sont déjà pratiqués pour quelques adventices annuels des céréales. C'est le cas de la folle avoine (*Avena*

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

fatua) dont le seuil de nuisibilité est atteint avec 11 pieds/m², de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.) avec 3 pieds /m², la matricaria (*Matricaria recutita*) avec 4 pieds/m², ces seuils causent 5% de pertes de rendement à la récolte. Caussanel (1996), a même subdivisé, ce seuil de nuisibilité en 04, soit le seuil économique élémentaire, intégré, parcellaire et global (Figure.01)

II.4.Interactions biologiques entre mauvaises herbes et plantes cultivées

La nuisibilité directe due à la flore adventice, nuisibilité dont les effets négatifs sont mesurés sur le rendement du produit récolté, résulte de diverses actions dépressives auxquelles sont soumises les plantes cultivées pendant leur cycle végétatif de la part des mauvaises herbes qui les entourent (Caussanel, 1988). Cette nuisibilité s'exprime soit par compétition ou par allélopathie .

II.4.1.Compétition due aux mauvaises herbes

La compétition se définit comme la concurrence qui s'établit entre plusieurs organismes pour une même source d'énergie ou de matière lorsque la demande est en excès sur les disponibilités (Caussanel, 1988). La lumière, les éléments nutritifs du sol (tout particulièrement l'azote) et l'humidité du sol sont les plus connus ; plusieurs mises au point sur leur rôle dans les mécanismes de la compétition ont été présentées. Le premier processus qui vise à gérer le développement et la croissance des adventices dans un couvert cultivé est la compétition. La compétitivité d'une plante sur une autre se traduit par sa capacité à prélever les ressources (lumière, eau, azote) de manière plus efficace que ses concurrentes. Le port, la hauteur, la vitesse de croissance, la durée du cycle sont des facteurs biologiques intrinsèques à l'espèce qui influencent la compétitivité.

II.4.1.1.Compétition pour les éléments fertilisants

La compétition entre la culture et les adventices est souvent maximale lorsqu'elles partagent les mêmes ressources en même temps. C'est souvent le cas de plantes de la même espèce et dont l'architecture est très proche (blé et vulpin / colza et moutarde sauvage / betterave et chénopode). Ces adventices sont souvent considérées comme problématiques par l'exploitant car leur nuisibilité directe et surtout indirecte peuvent être élevées les herbicides sont souvent inefficaces et les successions culturales simplifiées les favorisent. Par conséquent, le choix

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

pertinent des éléments de l'itinéraire technique peut reposer sur le choix d'un objectif qui vise à favoriser la compétition de la culture sur ces espèces adventices problématiques. A titre d'exemple ; une mauvaise herbe comme le *Chenopodium album* contient deux fois plus d'azote et autant de phosphore que la plante cultivée qui lui est associée. De même les mauvaises herbes absorbent les 3/4 d'azote assimilable des couches superficielles du sol et que leur compétition s'accroît avec le manque d'eau.

Les exportations à l'hectare des différentes plantes adventices sont de même ordre que celles des plantes cultivées. Certaines espèces sont nettement nitrophiles ce qui rend leur présence encore plus contraignante. Certaines adventices ont de gros besoins en oligo-éléments (Mg, Mn, Zn) et peuvent même quelques fois, constituer des indicateurs de carence (Tableau 4).

Tableau 04 : Exportations des éléments fertilisants (kg/ha) par quelques espèces

Espèces de mauvaises herbes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Chiendent (<i>Agropyrum repens</i>)	40	31	68
Laiteron (<i>Sonchus arvensis</i>)	67	29	160
Chardon (<i>Cirsium arvensa</i>)	138	31	117
Renouée (<i>Polygonum amphibium</i>)	85	47	170

(Korsono (1930) in Diehl (1975))

II.4.1.2. Compétition pour la lumière

La compétition pour la lumière est permise par une augmentation de la surface foliaire et de la biomasse de la mauvaise herbe, ce qui se traduit par une meilleure interception de la lumière. La compétition pour la lumière peut aussi être favorisée par une complémentarité de l'architecture de deux ou plusieurs adventices en mélange. On peut la mesurer par la quantité de rayonnement sous le couvert ou la quantité de rayonnement intercepté par les différentes couches du peuplement cultivé. Cette compétition entraîne un effet d'ombrage sur les plantes cultivées, dont la croissance est très perturbée (Dejoux *et al.*, 1999). Parfois même, la diversité des adventices est très réduite.

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes peuvent en profiter les engrais plus que les cultures. Blackshaw *et al.* (1994), ont récemment examiné les réponses respectives du blé, et de 22 mauvaises herbes agricoles à la fertilisation phosphatée. Une forte fertilisation phosphatée dans une culture avec une réaction relativement faible au phosphore, peut être une mauvaise pratique agronomique s'il y a présence d'espèces de mauvaises herbes, qui sont capables de réagir vivement au phosphore du sol. Le développement de nouvelles stratégies de gestion des engrais qui favorisent plus les cultures que les mauvaises herbes seraient un ajout important aux programmes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures.

II.4.1.3. Compétition pour l'eau : pour synthétiser un gramme de matière sèche, une plante adventice a besoin en moyenne de 2 fois plus d'eau qu'une plante cultivée (6.57 gramme contre 3.20gramme) (Dejoux *et al.*, 1999).

II.4.1.4. Compétition pour l'espace : De nombreuses mauvaises herbes peuvent croître très rapidement et leur surface foliaire recouvre tout l'espace libre. La compétition pour l'espace dépend largement du développement et de la profondeur explorée par le système racinaire. Elle se déroule à la fois au-dessus du sol et au-dessous. Très souvent la masse racinaire des adventices est supérieure de celle des plantes cultivées (Dejoux *et al.*, 1999).

II.4.2. Croisement accidentel et diminution de l'homogénéité

Fénart (2006), a montré qu'il y a une possibilité d'un croisement spontanée entre les plantes cultivées et les mauvaises herbes, par ses travaux sur la betterave (*Beta vulgaris*). La polonisation des betteraves par la betterave sauvage provoque la formation d'un hybride cultivée (x) sauvage dont les grains sont mêlés aux lots de grains de betterave cultivée. Ce croisement abouti à la formation de betterave mauvaise herbe résistant aux herbicides.

II.4.3. Allélopathie due aux mauvaises herbes

Le terme d'allélopathie désigne l'émission ou la libération par une espèce végétale ou par l'un de ses organes, vivants ou morts, de substances organiques toxiques entraînant l'inhibition de la croissance de végétaux se développant au voisinage de cette espèce ou lui succédant sur le même terrain (Borner, 1968; Whittaker, 1970; Rice, 1984; Putnam, 1985, *in* Caussanel, 1988). Par cette définition, les interactions chimiques entre végétaux comprennent celles qui s'exercent soit directement entre les plantes, soit indirectement par l'intermédiaire de

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

microorganismes pendant la vie active des végétaux et au cours de la décomposition de leurs résidus ; le terme d'antibiose s'applique plus spécifiquement aux interactions chimiques entre microorganismes (Caussanel, 1988). C'est sans doute sous cette forme que l'action des mauvaises herbes est la plus dangereuse. De nombreuses espèces végétales synthétisent des substances généralement des métabolites secondaires, qui ont la propriété d'agir sur la germination ou la croissance d'autres plantes. Parmi les plantes cultivées illustrant ce phénomène, on trouve l'avoine, le tournesol, le noyer, le concombre. Ainsi que des plantes adventices comme *Avena fatua* L., *Chenopodium album* L.

II.5. Effets des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

Chez les céréales, de nombreux travaux ont montré dans diverses conditions culturales que la biomasse aérienne joue un rôle déterminant dans l'élaboration du rendement en grains (Queltache, 1992 ; Meynard *et al.*, 1988 ; Mansouri, 2002 et Zerari, 1992 *cité par* Bada, 2007).

Les adventices ont tendance à ralentir le taux de croissance et à diminuer l'accumulation de la matière sèche (Tollenaar *et al.*, 1994 *cité par* Florent, 2006). Dans les conditions de champ, l'augmentation du temps de présence des adventices tend à diminuer la hauteur, la surface foliaire et la biomasse sèche des parties aériennes (Hall *et al.* 1992 ; Evans *et al.* 2003).

La compétition pour l'eau, les éléments fertilisants, l'espace et la lumière, l'allélopathie et l'accélération de la sénescence des feuilles sont en grande partie à l'origine de l'affaiblissement des plants, elle provoque également des changements de croissance et de développement des plants (Florent, 2006). Les adventices ont tendance à ralentir le taux de croissance et à diminuer l'accumulation de la matière sèche (Tollenaar *et al.*, 1994).

II.6. Facteurs de développements et distribution de la flore adventice

Comme pour les autres communautés végétales, la composition de la flore adventice est dépendante des conditions pédoclimatiques. La présence d'une mauvaise herbe étant à la fois liée à un environnement écologique (sol, climat) et à un environnement agronomique (pratiques culturales), c'est à travers le changement de ces environnements que l'on peut tenter de quantifier les impacts des évolutions de l'agriculture.

II.6.1. Influence des facteurs de l'environnement

La réussite d'une espèce dans un milieu tient en grande partie à l'adéquation entre ses traits biologiques et les conditions écologiques qui agissent comme des filtres empêchant l'établissement de certaines espèces ou conduisant à leur élimination.

II.6.1.1. Rôle du climat

De façon générale, les espèces végétales prolifèrent selon les grands types de climat, certaines espèces adventices dites indifférentes se trouvent sous presque tous les climats. Car ces dernières occupent une aire géographique extrêmement vaste, c'est le cas pour *Agropyrum repens* L.

Les conditions climatiques ont une grande importance sur la levée des mauvaises herbes qui est favorisée par l'importance des pluies d'automne, les pluies de printemps agissant surtout sur le développement végétatif de chaque plante. Chaque état de climat joue un rôle essentiel, non seulement dans le déroulement de différentes phases de développement (germination, feuillaison, floraison,...) mais également sur la répartition et la diversité floristique.

II.6.1.2. Rôle du sol

Par ces caractéristiques physiques (texture, structure), physico-chimiques (matière organique) et chimiques (pH, calcaire actif), le sol contribue à accentuer la diversité de la flore adventice. Ces paramètres permettent d'expliquer toutes les nuances de la flore, comme si chacune des espèces pouvait expliquer par sa présence et encore mieux parfois par son absence telle ou telle caractéristiques du milieu.

Des études effectuées regroupent les espèces les plus caractéristiques de l'état hydrique des terres de la Mitidja et du Sahel algérois :

- Plantes de terrain très humide : *Ormenix proecox*.
- Plantes de terrain humide : *Pharalis paradoxa*.
- Plantes de terrain humifère, profond et perméable : *Sinapis arvensis*.

D'autres ont pu caractériser l'environnement favorisant les fortes ou faibles infestations des principales mauvaises herbes en région de grande culture comme suit :

Chapitre II : Généralités sur les mauvaises herbes

**Matricaria perforata*, *M. recutita*: localisés préférentiellement en sols limoneux sur parcelles à successions blé-betteraves, désherbées de façon intensive, généralement sur des exploitations de 100- 150 ha (surface maximale des exploitations étudiées).

**Galium aparine*: trouvé essentiellement sur sol argilo-limoneux.

**Stellaria media* et *Poa annua*: présents en sols limoneux à pH bas, sur parcelles encore récemment pâturées et exploitations de faibles tailles.

**Agropyron repens* : trouvé essentiellement en sols argilo-limoneux, de pH élevé, dans les exploitations de taille importante.

II.6.2. Influence des facteurs agronomiques

Les pratiques culturales jouent un rôle non négligeable dans l'évolution des adventices. Les effets des systèmes de culture sur les adventices sont complexes. Ils sont susceptibles d'influencer les différents processus du cycle de vie des espèces (levée, compétition, production semencière...) et les espèces adventices répondent différemment en fonction de leur biologie.

II .7.Types biologiques des mauvaises herbes

On peut classer les mauvaises herbes en trois grandes catégories selon leur mode de vie : annuelles, bisannuelles et vivaces) (Figure2)(Halliet *al.* 1996).

II.7.1.Les plantes annuelles ou (thérophytes)

Selon Reynier(2001), ce sont des espèces qui complètent leur cycle de développement au cours d'une année et se reproduisent par graines. Les mauvaises herbes annuelles sont de deux types, les annuelles d'été et les annuelles d'hiver (McCullyet *al.*, 2004).

II.7.1.1.Les annuelles d'été : Les plantes annuelles d'été germent au printemps et en été, produisent des organes végétatifs, des fleurs et des graines et meurent la même année. Les mauvaises herbes annuelles d'été ont en commun la propriété de pousser très rapidement et de produire beaucoup de graines. Les nouvelles plantes qui poussent à l'automne sont habituellement détruites par le gel (McCullyet *al.*,2004).

II.7.1.2. Les annuelles d'hiver : Les plantes annuelles hivernantes germent de la fin août début novembre et passent l'hiver à l'état de rosettes. Le printemps suivant, elles poussent très rapidement, fleurissent, produisent des graines puis meurent à la fin de la saison (McCully *et al.*, 2004).

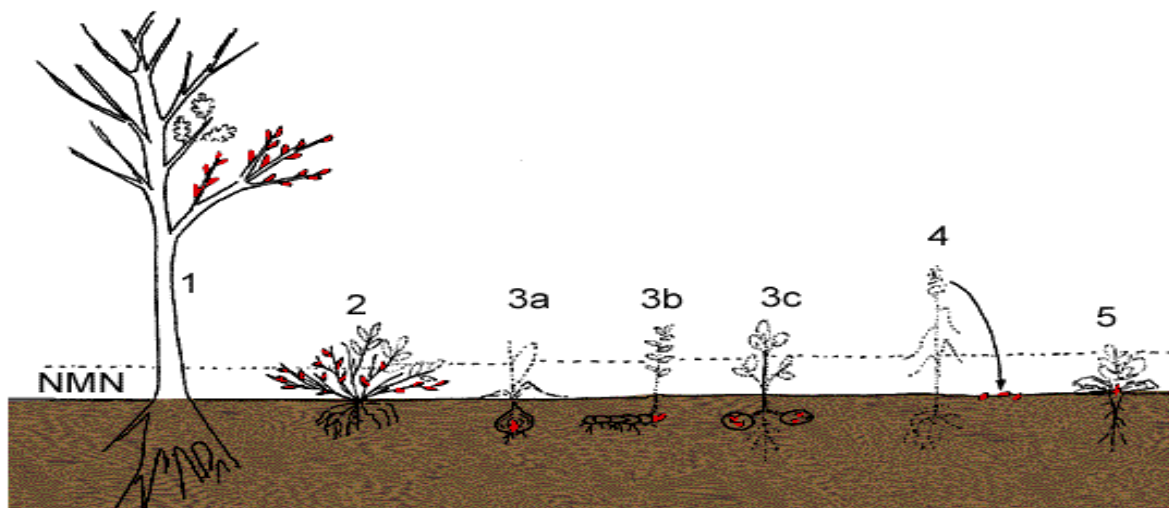
II.7.2. Les plantes bisannuelles (hémicryptophytes)

Ce sont des plantes qui pour compléter leur cycle ont besoin de deux années (Détroux, 1975). La première année, la croissance est purement végétative et se termine par la formation d'une rosette de feuille. La deuxième année s'observe par la production de fleur et de fruits et le cycle s'achève avec la formation des graines (Harkas et Hemmam, 1997).

II.7.3. Les plantes vivaces (géophytes)

Les géophytes vivent au moins 03 ans et peuvent vivre longtemps ou presque indéfiniment, ce type d'adventices se propage par ses organes végétatifs (bulbes, rhizomes, stolons...) mais peut aussi se multiplier par graines (Safir, 2007).

En Algérie, ce sont les adventices annuels qui sont les plus répandues. Dans une proportion moindre, on rencontre également des bisannuelles et des vivaces (Hamadache, 1995).



Les végétaux ne sont pas tous adaptés de la même manière au passage de l'hiver.

1: phanérophyte, les feuilles tombent ou non et les zones les plus sensibles (méristèmes) sont protégées par des structures temporaires de résistance : les bourgeons.

2: chaméphyte (chamaephyte), les feuilles tombent ou non, les bourgeons les plus bas bénéficient de la protection de la neige (NMN : niveau moyen de la neige).

3: cryptophyte (géophyte), ces plantes passent la période froide protégées par le sol, la partie aérienne meurt.

3a : c. à bulbe.

3b : c. à rhizome.

3c : c. à tubercule.

4: thérophyte, (plantes annuelles) ces plantes passent l'hiver à l'état de graine, l'ensemble de la plante meurt.

5 : hémicryptophyte, stratégie mixte qui combine celle des géophytes et des chaméphytes.

Figure 02: Type biologique selon la classification de Raunkier (1905).

Conclusion

La faiblesse des rendements céréaliers surtout celle des blés est due en premier lieu à l'infestation des champs par les mauvaises herbes ce qui lui rend ces cultures salissantes, de ce fait la gestion des adventices est l'un des principaux facteurs d'intensification des céréales en Algérie. L'adoption de nouvelles pratiques culturales privilégiant des méthodes de lutte non chimiques nécessite de prendre en compte, de manière plus importante, la diversité et la structure des communautés adventices. L'introduction de la notion d'agriculture de conservation (semis direct, faux semis, jachère travaillée, techniques simplifiées culturales et la rotation, lutte biologique par l'intermédiaire des plantes dites allélopathiques) devient une impérative essentielle. La combinaison de tous ces facteurs avec raisonnement peut augmenter le rendement en quantité et qualité.

Introduction

Molish est le premier à définir le mécanisme de l'allélopathie en 1937 regroupant les interactions biochimiques entre tous types de plante et incluant les microorganismes (Rice, 1984). Actuellement l'allélopathie est définie comme étant le mécanisme d'interférence entre une plante, par le matériel végétal mort (litière) ou vivant, qui émet des composés chimiques exerçant un effet, généralement négatif, sur les plantes associées (Wardle *et al.* 1998). C'est un ensemble de plusieurs interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre (micro-organismes inclus) au moyen de métabolites secondaires tels les acides phénoliques, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes (Quennesson et Oste, 2017). Ces composés allélochimiques jouent un rôle important dans la compétition aux ressources environnementales : l'eau, les substances nutritives, lumière et espace dans l'armement chimique de défense des plantes contre leurs prédateurs, et dans la coopération intra- et interspécifique.

III.1. Définition de l'allélopathie

En 1930, juste avant de décéder, Hans Molisch publie son dernier livre, consacré aux interactions chimiques entre plantes, largement illustrées par les effets de l'éthylène sur la maturation des fruits. A cette occasion, il propose d'utiliser le terme d'allélopathie pour décrire ce type de relations interspécifiques faisant appel à des médiateurs chimiques. En 1984, Rice propose des fondements de l'allélopathie et la définit comme « un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal –microorganisme inclus– sur un autre par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement » (Chapuison *et al.*, 1997). Ce terme est dérivé du mot grec « allelo » les uns des autres (Ang. Of one another) et de « pathos » de souffrir (Ang. suffering) et indique l'effet préjudiciable de l'une sur l'autre, c'est à dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre grâce à la production et la libération de substances chimiques toxiques dans l'environnement (Heisey, 1997). L'inhibition chimique d'une plante par d'autres, représente une forme de guerre chimique entre les espèces pour la concurrence de la lumière, l'eau et les ressources nutritionnelles (Bais *et al.*, 2003). En 1996, la société internationale d'allélopathie (The International Allelopathy Society, IAS) définit l'allélopathie comme suit : « Tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par les plantes, micro-organismes, virus et champignons qui ont une incidence sur la

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

croissance et le développement de l'agriculture et les systèmes biologiques (à l'exclusion des animaux), y compris les effets positifs et négatifs » (Torres *et al.*, 1996).

Le terme allélopathie correspond selon (Boullard, 1997) au phénomène où certaines plantes supérieures sont capables de réagir biologiquement en présence d'autres espèces, il s'agit donc d'une interaction à distance entre végétaux pluricellulaires ou entre végétaux et champignons, liée à l'influence de métabolites d'une espèce sur une autre espèce.

L'allélopathie est définie par (Delaveau, 2001) en tant que maladie (de pathos : maladie), elle signifie l'interaction des substances chimiques bio-synthétisées par une plante avec d'autres organismes. L'allélopathie selon (Macheix *et al.*, 2005) représente la compétition chimique qui peut exister entre des plantes de différentes espèces à l'intérieur d'une communauté végétale. Inderjit *et al.* (1999) ont utilisé le terme dans un sens plus large, de telle sorte que les substances libérées par les plantes affectent également d'autres composantes de l'environnement. Ils ont utilisé le terme « interaction allélochimique ». Le terme « allélochimique » dérive du « allelochemicals » inventé par Whittaker et Feeny (1971) et a été employé la première fois par Chou et Waller en 1983. Depuis ce temps, le terme a été employé en littérature traitant des interactions chimiques interspécifiques entre les organismes. Ce terme englobe :

-L'allélopathie ;

-Les effets des substances allélopathiques libérées par les plantes sur les facteurs abiotiques (inorganiques et organiques) et biotiques des sols ;

-La régulation de la production et la libération des substances allélopathiques par les composantes biotiques et abiotiques de l'écosystème.

Selon (Bounias, 1999), le terme « substances allélochimiques » est parfois employé pour désigner également des alcaloïdes végétaux inhibiteurs de la croissance des parasites fongiques. Cependant, dans ce travail, ce terme est lié au problème particulier de la toxicité des substances végétales envers d'autres végétaux. Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement par l'exsudation racinaire, la lixiviation par la surface des différentes parties, la volatilisation et/ou par la décomposition des matières végétales (Rice, 1984).

III.2. Natures chimiques des substances allélopathiques

Une des singularités des végétaux est de former de nombreux composés dont le rôle, au niveau de la cellule, ne semble pas nécessaire tout en pouvant l'être au niveau de la plante entière. Le fait que ces composés ne se rencontrent pas chez toutes les espèces indique qu'ils n'entrent pas dans le métabolisme général et qu'ils n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal : ce sont des métabolites secondaires (Chapuisio *et al.*, 1997). Les plantes allélopathiques libèrent certains produits chimiques dans leurs environnements qui sont disponibles dans la plupart des plantes en faible concentration (Kohli *et al.*, 1998).

Une gamme d'alléochimique a été identifiée, y compris les acides phénoliques (qui sont les plus importants) tels que les acides p-hydroxy benzoïque, vanillique, p-coumarique, férulique et chlorogénique, des coumarines, terpénoïdes, alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, tannins, glycosides et glycosinolates (Bagchi, 1997).

III.3. Voies de libération de substances alléochimiques

Tous les organes végétaux contiennent des quantités variables de substances potentiellement allélopathiques qui sont libérées dans l'environnement par des voies diverses, actives ou passives : volatilisation, exsudation racinaire, lessivage et décomposition des résidus végétaux incluant les racines.

-Volatilisation : La libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes simples (Bertin *et al.*, 2003).

-Exsudation racinaire : On appelle exsudats racinaires toutes les substances organiques solubles et insolubles libérées dans le sol par les racines saines ou lésées. L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (Chapuisio *et al.*, 2002 ; Bertin *et al.*, 2003).

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

-Lessivage : le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige conduit à la dissolution et au transport de constituants solubles vers le sol. La grandemajorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (Tukey, 1970).

-Décomposition des résidus végétaux : Les substances potentiellement allélopathiques étant présentes dans tous les tissus de la plante, la décomposition des résidus végétaux entraîne la libération dans le sol des extraits aqueux de litière de certains conifères (*Picea mariana*, *Pinus resinosa* et *Thuja occidentalis*) inhibent la germination et la croissance juvénile de diverses espèces colonisatrices des terres abandonnées par l'agriculture (Jobidon, 1986 ; Reigosa *et al.*, 1996 in Regnault-Roger *et al.*, 2008). Il est également noté lors de la décomposition de certains résidus végétaux dans le sol, une partie peut se volatiliser ainsi a un effet sur la germination et la croissance des plantules (Bradaw, 1993 in Regnault-Roger *et al.*, 2008).

III.4. Conditions ou variations de teneurs en composés allélopathiques

Les conditions qui favorisent l'augmentation de la production des composés phytotoxiques sont :

-Le stress minéral : provoque l'augmentation des concentrations d'acides phénoliques chez le tabac, la pomme de terre, le tournesol (Rice, 1984).

-Le stress hydrique : simule l'accumulation d'acide chlorogénique, de phénols totaux, de mono terpènes et d'acides hydroxamiques (Bouton, 2005).

-Le stress salin : la salinité augmente la production des allélochimiques (Fisher *et al.*, 1990).

-L'irradiation par les rayons ultraviolet (UV) : provoque l'accroissement des contenus en certains phénols chez le sorgho (Koeppel *et al.*, 1970).

-Les températures élevées ou basses renforcent l'effet de certains composés phytotoxiques par exemple : la teneur en composés allélopathiques est plus forte dans les zones arides que dans les zones semi arides ou méditerranéennes (Rice, 1984 ; Einhellig ; 1993).

-L'âge de la plante joue un rôle important dans la production de substances allélopathiques (Weston *et al.*, 1989). L'inhibition de la croissance végétale est plus forte durant les premiers stades de développement de la plante émettrice. Les jeunes plantes de cresson (*Avena*

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

caudatus) se protègent en émettant par les racines de l'épidémie et des polysaccharides qui affectent la croissance et la différenciation des plantes ou des microorganismes. Le degré maximal d'inhibition du sorgho est atteint après 4 semaines de croissance. La décomposition des résidus de la plante peut soit inhiber ou stimuler la croissance des plantes voisines ; l'inhibition la plus sévère apparaît au stade le plus tôt de la décomposition, ensuite l'inhibition décline pendant que la stimulation émerge graduellement.

-Les pathogènes et les parasites peuvent stimuler la production des allélochimiques (Farkas et Kiraly, 1992).

III.5.Effet des substances allélochimiques sur les plantes

Les effets visibles des substances allélopathiques sur les plantes (réduction de croissance, échec de germination des semences) ne sont que des effets secondaires des changements qui ont lieu à l'échelle cellulaire. De ce fait, il est nécessaire de distinguer les effets allélopathiques primaires (sites d'action cellulaires des molécules allélopathiques) des effets allélopathiques secondaires (conséquences des premiers, au niveau des organes ou de plantes dans son entier). Le lien existant entre l'effet biologique du composé allélochimique et les symptômes observables chez la plante cible n'est pas toujours facile à établir. L'essentiel des recherches en allélopathie a concerné les effets visibles des composés allélopathiques, plus particulièrement sur la germination et la croissance des semences cibles (Chiapusion *et al.*, 1997). Ces effets sont testés avec des extraits de plantes lorsque les molécules n'ont pas encore pu être identifiées. C'est le cas par exemple des premiers essais sur la phytotoxicité des plantes adventices (A titre d'exemple le brome rougeâtre, l'avoine stérile) où des extraits de la partie aérienne, inhibent la croissance et le développement des jeunes plants de blé dur.

Une seconde étape consiste alors à déterminer la composition biochimique des extraits qui se sont révélés actifs sur l'organisme cible. Les molécules ainsi identifiées peuvent alors être directement testées afin de les impliquer (ou non) dans l'effet allélopathique préalablement observé pour l'extrait végétal (Chiapusio *et al.*, 2012).

Des tests de germination, des mesures de biomasse ou de taille d'organes (longueur de la coléoptile et de racelles) sont les méthodes prédominantes employées (Haugland et Brandsaeter, 1996). Parmi les effets primaires :

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

-Les mécanismes allélopathiques influencent les processus fonctionnels et la dynamique de la végétation, ils peuvent modifier le cycle de l'azote (Rice, 1992) ;

-Facilite la maintenance ou la disparition d'un stade de végétation (Rice ,1984) ;

La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement sont sensibles à la présence des composés allélopathiques (Muller ,1966) ;

-La synthèse des protéines et des acides nucléiques peut aussi être affectée par plusieurs composés phénoliques qui ralentissent l'incorporation des acides aminés (Camron et Julian ,1980) .Des composés phénoliques peuvent être impliqués dans le contrôle de l'activité des hormones végétales (Inderjit et Duke, 2003).

Le prélèvement d'éléments minéraux peut aussi être perturbé .Il s'agit donc d'un dérèglement de l'absorption minérale, en particulier du potassium et du phosphore, qui résulte probablement d'effets sur la perméabilité des membranes cellulaires (Chiapusio *et al.*, 1997).Certains allélochimiques agissent en inhibant la photosynthèse ce qui ralentit la croissance des phototrophes.LaB-1,2,3-tri-O-galloyl-4,6-(S)-hexahydroxyphenoil-d-glucose (tellimagrandine II) inhibe le PSII en empêchant le transfert d'électrons entre les quinones Qa et Qb (Lee *et al.*,2002), tout comme la p-benzoquinone du sorgho *Sorghum bicolor*. La Cyanobactérine de *Scytonema hofmannii* inhibe le transport d'électrons au niveau du site accepteur du PSII. La fischerelline A de *Fischerella sp* interrompt le transport d'électrons à quatre endroits différents.

III.6 .Métabolites secondaires impliqués dans l'allélopathie

A côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits « secondaires », dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Macheix *et al.*, 2005).

Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (Alcaloïdes, Terpènes, composés phénoliques, ...) qui sont très inégalement répartis chez les végétaux mais dont le niveau d'accumulation peut quelquefois atteindre des valeurs élevées. Les plantes produisent un grand nombre de métabolites secondaires qui ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures. Les

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

métabolites secondaires à structures chimiques souvent complexes, sont très dispersés et très différents selon les espèces. C'est seulement à partir de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle qu'il y a eu explosion des recherches en ce domaine grâce à l'évolution du matériel d'analyse.

III. 6. 1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides (Figure.03).

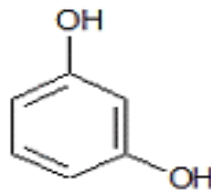


Figure03 : Structure d'unité de base des poly phénols

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Ces poly phénols sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux pour se défendre contre les agressions environnementales (Buchanan *et al.*, 2000). Il s'agit des dérivés non azotés connus par une grande variété structurale dont environ 8000 composés ont été identifiés (Fig.3) (Lobstein, 2010). Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10% et même d'avantage.

Les principales classes des composés phénoliques sont les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide férulique, acide chlorogénique, ...), les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (King et Young, 1999 ; Tapeiro *et al.* , 2002 in Berreghioua,2016).

Le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux. Ils peuvent en effet intervenir :

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

- Dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interaction moléculaire avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites, ...);
- Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature, soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux ;
- Dans les critères de qualité (couleur, qualités nutritionnelles, ...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules, ...) et des produits qui en dérivent par transformation ;
- Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées, ...) pendant lesquelles apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini .

III.6.1.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ces composés sont formés de deux catégories : la première catégorie contient les acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque qui par mono hydroxylation et/ou poly hydroxylation forme des acides phénoliques et des acides poly phénoliques respectivement l'acide gallique et l'acide proto catéchique.

La deuxième catégorie regroupe les acides phénoliques dérivés de l'acide cinnamique. De même avec l'acide cinnamique, l'hydroxylation conduit à l'acide p-coumarique et à l'acide caféique (Figure 4) (Haslam, 1994).

Les acides phénoliques peuvent perturber l'absorption minérale par la plante : l'acide salicylique (o-hydroxybenzoate) et l'acide ferulique (4-hydroxy-3-méthoxycinnamate) inhibent l'absorption d'ions K⁺ dans les racines d'*Avena sativa*. Le degré d'inhibition dépend de la concentration de l'acide phénolique et du pH (la diminution de pH entraîne une augmentation de l'absorption des composés phénoliques et donc de l'inhibition). Cette perturbation est due au fait que les acides phénoliques dépolarisent le potentiel membranaire des cellules racinaires ce qui modifie la perméabilité membranaire et ainsi le taux d'effluve d'ions, aussi bien anions que cations. L'étendue de la dépolarisation croît avec l'augmentation de la concentration en acides phénoliques, spécialement avec l'acide salicylique.

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

Les rôles des acides phénoliques dans la plante sont divers. Ils agissent en tant que substrats en amont des voies de biosynthèse des flavonoïdes et de la lignine et sont impliqués dans des processus physiologiques tels que la germination, la floraison ou la croissance (Weidner *et al.*, 1996), ainsi que dans la régulation de la voie de biosynthèse des composés phénoliques (Loake *et al.*, 1991 ; Blount *et al.*, 2000). Ils sont affectés d'une fonction antioxydant pour réguler la sénescence cellulaire. Dans les céréales, ils exercent une fonction de "ciment" intercellulaire, résultant en une association étroite entre des polysaccharides tels que les arabinoxylanes et d'autres molécules non osidiques telles que les lignines (Iiyama *et al.*, 1994 in Khater, 2011).

Les acides phénoliques peuvent également agir en tant que facteurs de croissance régulation de la division cellulaire et de l'expansion. Ainsi, parmi les acides phénoliques, protégez également les plantes des rayons UV (Meibner *et al.*, 2008).

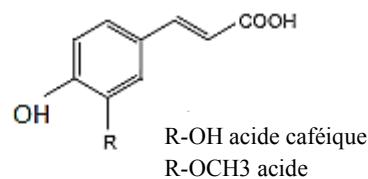
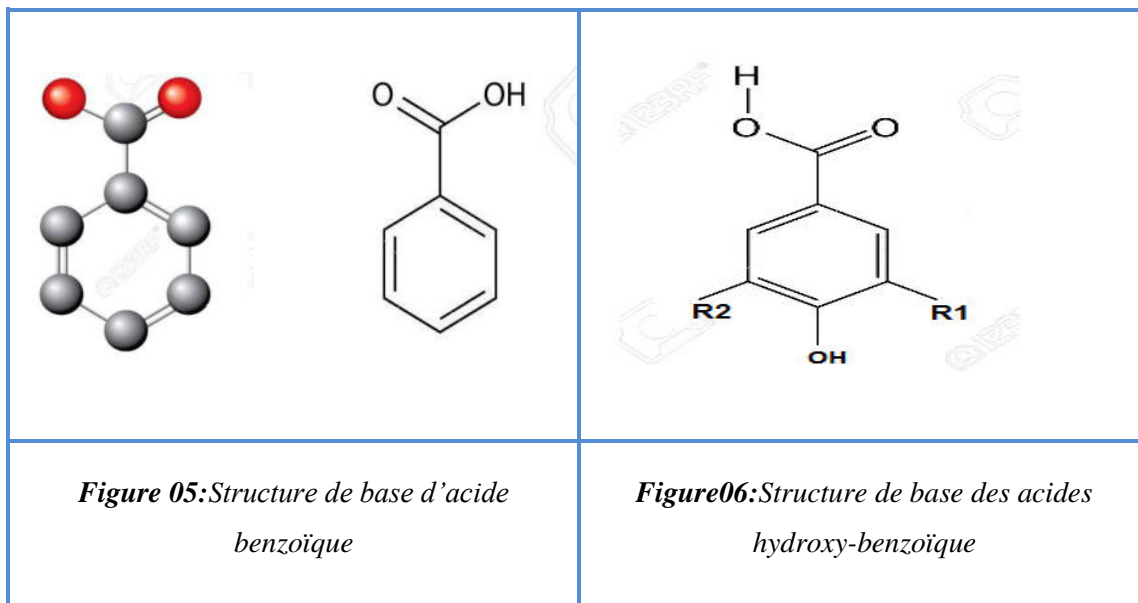


Figure 04: Structure de base d'acide phénolique (Benaïssa, 2011)

On distingue deux principales classes d'acide phénolique :

-Acide phénols dérivés de l'acide benzoïque : Les acides phénols correspondent à la représentation structurelle (C₆-C₁) très commun à la fois sous forme libre et en combinaison avec l'état ester ou hétéroside (Figure5) (Bruneton, 1993). La concentration en acide hydroxy benzoïque est généralement très faible chez les plantes comestibles et ces dérivés sont très rares dans l'alimentation humaine (Figure6).



-Acide phénols dérivés de l'acide cinnamique : Ces composés représentent une catégorie très importante, y compris l'infrastructure (C6-C₃) dérivé de l'acide cinnamique (acides p coumarique, caféique, férulique, sinapique). Le degré d'hydroxylation du cycle benzénique et son éventuelle modification par des réactions secondaires (par méthylation chez les acides férulique ou sinapique) constituent un éléments important de la réaction chimique de ces molécules (Macheix *et al.*, 2005)

III.6.1.2. Les flavonoïdes

Sont présents dans plusieurs plantes, notamment dans les fruits et les légumes. Ils sont également présents dans le thé, les céréales, les épices et les herbes aromatiques (Bronner *et al.*, 1995 ; Hollman *et al.*, 1999). Les flavonoïdes constituent la plus vaste classe de composés phénoliques. A présent plus de 4000 composés ont été identifiés soit environ 50% des poly phénols. Ces composés ont une structure de base formé de 2 noyaux benzéniques A et B reliés par un noyau C qui est un hétérocycle pyranique (Lobstein, 2010) (Figure.7). Les colorants végétaux semi-globaux sont parfois responsables de la coloration des fleurs, des fruits et du feuillage, à l'état normal, les composés flavonoïdes présents dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, les chromoplastes. 6400 structures ont été identifiés plus de 6400 structures (Harborne et Williams, 2000).

Les flavonoïdes contribuent à la coloration par leur rôle de Co-pigments. Dans certains cas, la zone d'absorption de la molécule est proche de l'ultraviolet, la coloration n'est visible que par

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

les insectes qui sont efficacement attirés par le nectar et doivent donc être transportés (Bruneton, 1994).

On peut également observer que les flavonoïdes, en repoussant certains insectes par leur goût désagréable, peuvent jouer un rôle dans la protection des plantes. Les flavonoïdes présentent d'autres propriétés intéressantes dans le contrôle de la croissance de la plante et de son développement par l'interaction de manière complexe avec différentes hormones de croissance des plantes. Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est-à-dire des métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries (Marfak, 2003). Ils interviennent dans la photosensibilisation, la morphologie, l'identification du sexe, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (Di Carlo *et al.*, 1999 ; Pietta, 2000). Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus abondants dans notre alimentation. Ils ont le squelette structurel (C6-C3-C6) général dans lequel les deux unités C6 (cycles A et B) sont de nature phénolique. En raison du profil d'hydroxylation et des variations du cycle C, les flavonoïdes peuvent être divisés en différents six sous-groupes tels que : les flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanines (Figure.8)(Lee *et al.*, 1994 ; Dai et Mumper, 2010 ; Tsao, 2010).

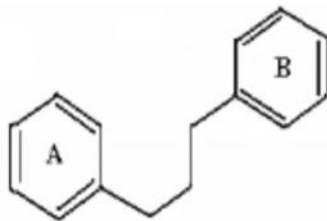


Figure 07 : Structure de squelette de base des flavonoïdes (El Kabouss *et al.*, 2011)

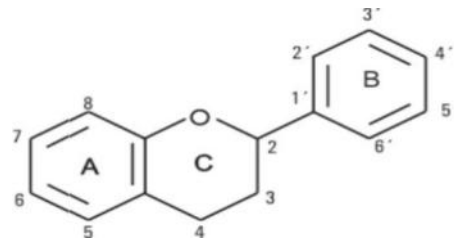


Figure.08 : Structure générale des Flavonoïdes (Yao *et al.*, 2004)

III.6.1.3. Les tanins

Sont des composés phénoliques complexes, hydrosolubles et se caractérisent par leur facilité à se combiner aux protéines, alcaloïdes, acides nucléiques et les glucides, ce qui est due à leur teneur en groupements hydroxyles. Ils sont très répandus dans le règne végétal, particulièrement dans certaines familles comme les Rosacées, Conifères et les Fagacées (Kamra *et al.*, 2006). En général, ils sont subdivisés en deux groupes : tannins hydrolysables et tannins condensés, qui sont distincts en fonction du type de l'acide phénolique et du type de liaisons (Rira, 2006).

-Les tanins hydrolysables : ce sont des hétérosides poly phénoliques issus de la combinaison d'un sucre estérifié par un nombre variable de molécules d'acides phénoliques (acide gallique, acide hexahydroxy diphénique et ses dérivés)(Figure.9).

-Les tanins condensés : encore appelés proantho cyanidols (car ils conduisent en milieu acide et à chaud à des anthocyanidols), ce sont les tanins catéchiques, oligomères et polymères d'aglycones polyphénols flavaniques (unités flavan-3-ols), non hydrolysables (Bruneton,1999)

Les tanins se combinent à des macromolécules comme la cellulose, les protéines, les pectines et les précipitent. Il s'agit d'interactions hydrophobes et de liaisons hydrogène entre les groupements phénoliques des tanins et les autres polymères (Bruneton,1999 ;Isern,2001)

Le rôle biologique des tanins dans la plante est lié à sa propre protection contre les infections, les insectes et les animaux herbivores (Khanbabae et Ree, 2001 cité par Berreghioua ,2016), en plus de la protection contre les attaques fongiques et bactériennes (Peronny, 2005).

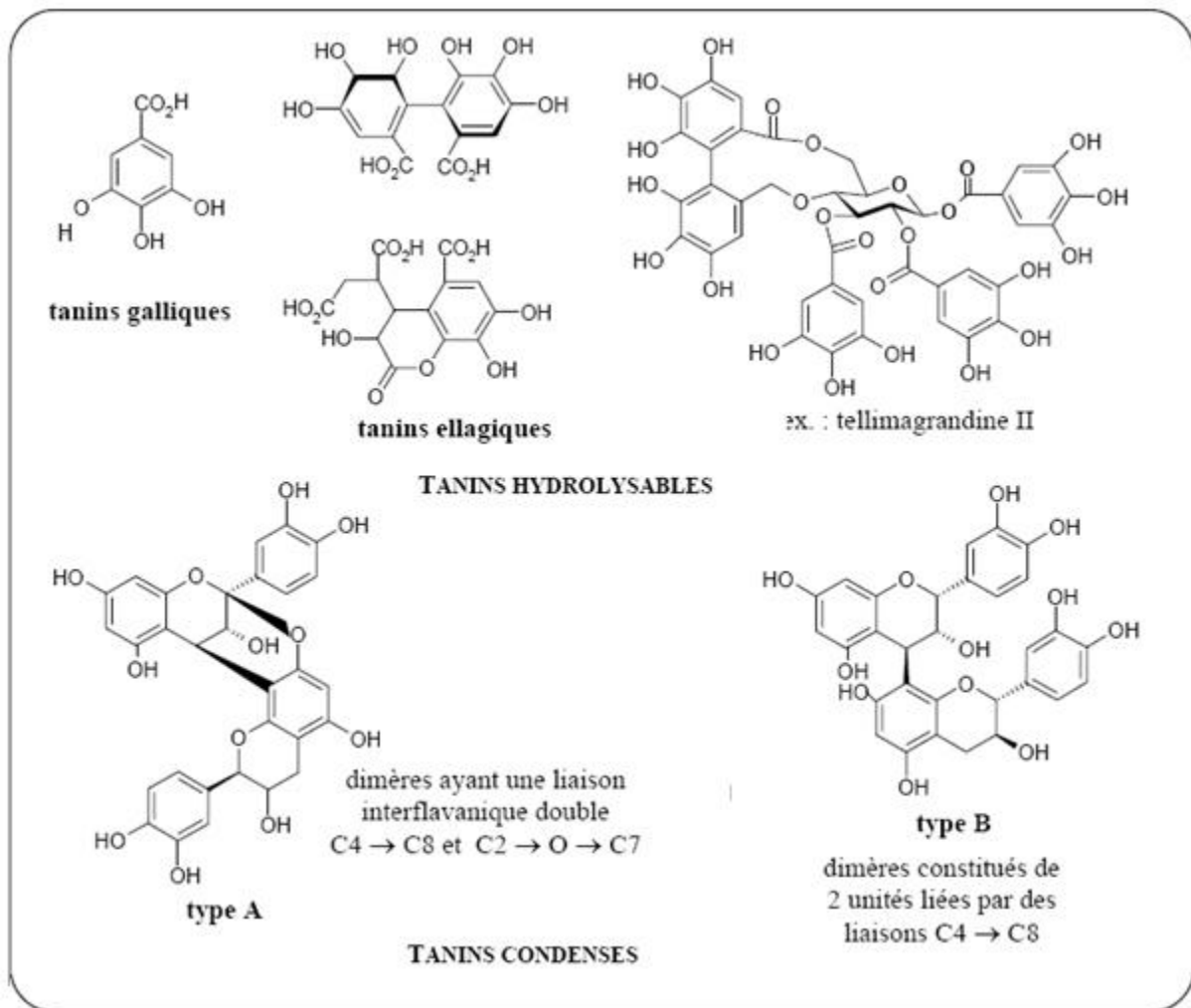


Figure9 : Structures des tanins hydrolysables et condensés

III.6.1.4. Les coumarines

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la *fève tonka*, d'où fut isolée pour la première fois en 1820 la coumarine (Bruneton,1999). Les coumarines sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, que l'on peut considérer en première approximation, comme étant des lactones des acides 2- hydroxy-Z- Cinnamiques .Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels. La structure de la coumarine se trouve dans environ 150 espèces, appartenant à 30 familles de plantes différentes (Deiana *et al.*,2003 ;Booth *et al.*,2004). Les coumarines manifestent diverses activités biologiques, qui varient selon la substitution sur le cycle benzopyrane, telles que l'activité antifongique (Maged,2002).L'esculine, contenue dans l'écorce du marron d'Inde a les mêmes effets que la vitamine P, elle augmente la résistance des vaisseaux sanguins et présente donc un intérêt

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

pour les soins des hémorroïdes et des varices. De plus, elle absorbe les rayons ultraviolets (filtres solaires, crèmes protectrices) (Maged,2002).

III.6.1.5. Les lignanes

Le terme lignane désigne habituellement des composés naturels dimères dont le squelette résulte de l'établissement d'une liaison entre les carbones β des chaînes latérales de deux unités dérivées du 1-phényl propane (liaison 8-8')(Chun *et al.*,1991).

III.6.1.6. Les alcaloïdes

Ce sont des composés azotés au goût amer qui ont des propriétés chimiques basiques (alcalines). Le premier alcaloïde identifié (en 1806) fut la morphine, qui provient du pavot (*Papaver somniferum*). Il est actuellement utilisé en médecine comme analgésique (pour calmer la douleur) et pour contrôler la toux ; cependant, l'utilisation abusive de ce médicament peut conduire à une forte accoutumance. On a maintenant isolé et identifié la structure de près de 10 000 alcaloïdes, comme la cocaïne, la caféine, la nicotine et l'atropine (Fig.10)

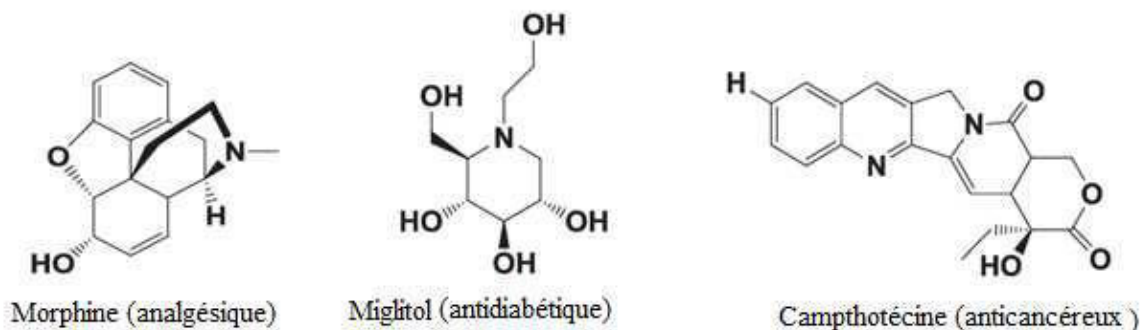


Figure10 : Structure de quelques alcaloïdes

III.6.1.7. Les terpénoïdes (nC_5)

Les terpénoïdes constituent un vaste groupe de métabolites secondaires de structures diverses, importants de nombreuses interactions biotiques. Ils sont formés par la réunion pyrophosphate isopenténoïdes à cinq carbones provenant de la voie de l'acide mévalonique. Les terpénoïdes sont très largement distribués et beaucoup possèdent des fonctions physiologiques primordiales, comme éléments des stéroïdes liés aux membranes, des pigments caroténoïdes,

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

de la chaîne latérale phytyle de la chlorophylle et d'hormones (acide gibbérellique et acide abscissique).

La distribution de quelques types de terpénoïdes a cependant un intérêt pour la taxonomie. Les monoterpénoïdes et les sesquiterpénoïdes volatils (substances à 10 et 15 carbones) sont les principaux composants des huiles essentielles caractéristiques des *Magnoliales*, des *Lorales*, des *Illiciales* et des *Piperales*, ainsi que de clades sans relation directe avec ces Ordres comme les *Myrtaceae*, les *Lamiaceae*, les *Verbenaceae* et les *Asteraceae*. Ces composés ne se trouvent pas seulement dans les tissus végétatifs (dans les cellules sphériques ou dans différents canaux ou lacunes situés dans les tissus parenchymateux), mais aussi dans des glandes florales odoriférantes où ils sont libérés et fonctionnent souvent comme attractifs floraux).

Un autre type de terpénoïdes, les lactones sesquiterpéniques est surtout connu chez les *Asteraceae* (où ces lactones sont diversifiés et utiles pour la taxonomie, mais on le trouve aussi dans quelques autres familles comme les *Apiaceae*, les *Magnoliaceae* et les *Lauraceae*). Différents diterpénoïdes (20 carbones), triterpènes (30 carbones) et stéroïdes (triterpènes basés sur un cycle cyclopentane perhydrophénanthrène) sont très répandus et ils ont également une importance systématique (Young et Seigler, 1981 cité par Zaghada, 2009). Le triterpénoïde bétuline se retrouve dans l'écorce des bouleaux blancs (*Betula papyrifera* et espèces voisines ; il est imperméable, très inflammable et pratiquement inconnu en dehors de ce groupe. La bétuline est utile en taxonomie au niveau spécifique (O'Connell *et al.*, 1988 in Berreghioua, 2016). Les saponines triterpéniques se rencontrent chez les *Apiaceae* et les *Pittosporaceae* et confortent l'hypothèse d'une relation phylogénétique étroite entre ces deux familles. Les limonoïdes et les quassinoides, dérivés de triterpénoïdes, apparentés au point de vue de leur biosynthèse, se limitent aux *Rutaceae*, *Meliaceae* et *Simaroubaceae*, chez les *Sapindales* ; les quassinoides constituent une synapomorphie propre aux *Simaroubaceae*.

Les cardénolides sont des glycosides très toxiques d'un type de stéroïdes à 23 carbones, présents chez les *Ranunculaceae*, les *Euphorbiaceae*, les *Apocynaceae*, les *Liliaceae* et les *Plantaginaceae*

III.6.1.8. Les quinones

Les quinones peuvent également être rattachées aux composés phénoliques simples dont elles dérivent par processus incluant des oxydations. On peut citer les benzoquinones, très

Chapitre III : Concept de l'allélopathie

fréquentes chez les micro-organismes et les végétaux supérieurs, les naphthoquinones (par exemple la juglone, chez le noyer) et les anthraquinones fortement colorées. Ces substances sont souvent présentes dans la plante sous forme glycosylée et c'est seulement après hydrolyse que la quinone est libérée. Ainsi, chez le noyer, la Juglone qui colore en brun sombre la partie externe du fruit au cours de la maturation provient de la dégradation enzymatique de son 4-glucoside(Strang ,2006).

Certaines quinones plus complexes, chez qui la partie aromatique est liée à une chaîne latérale isoprénique, assurent souvent des fonctions biologiques essentielles chez les êtres vivants, en particulier le transfert des électrons, ubiquinones des mitochondries, plastoquinones des chloroplastes.

III.6.1.9. Les saponines

Toutes les saponines sont fortement moussantes et constituent d'excellents émulsifiants (en latin, *sapo* signifie savon) (Kosmas *et al.*,2002). Les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpénoïdes.

Conclusion

Les propriétés allélopathiques ne suffisent pas la plupart du temps à expliquer à elles seules le pouvoir dépréciateur d'un adventice sur les plantes cultivées et viennent davantage renforcer son pouvoir concurrentiel. Par ailleurs, la nuisibilité directe des adventices, par l'effet compétitif et allélopathique, est en interaction avec de nombreux facteurs du système de culture : la rotation des cultures, le travail du sol, la gestion des résidus de récolte, l'état de fertilité du sol, la gestion de l'eau et des engrais

Introduction

La Wilaya de Batna se trouve localisée dans la partie orientale de l'Algérie, entre les "4° et 7°" de longitude Est et "35° et 36°" de latitude Nord. D'une Superficie de 12.038,76 km², le territoire de la Wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et Saharien) ce qui représente la particularité physique principale de la Wilaya et détermine de ce fait les caractères du climat et les conditions de vie humaine. Ce chapitre permet l'identification de la zone d'étude sur le plan édapho climatique, hydrique et cultural.

IV.1. Caractéristiques de la zone d'étude

IV.1.1. Situation géographique

La wilaya de Batna est située au nord-est de l'Algérie, dans la région des Aurès. Elle est délimitée : au nord, par la wilaya de Mila ; au nord-est, par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi ; à l'est, par la wilaya de Khenchela sud, par la wilaya de Biskra ; à l'ouest, par la wilaya de M'Sila ; au nord-ouest, par la wilaya de Sétif (Figure.11).

IV.1.2. Pédologie

Les sols de la zone d'étude sont en totalité ou partiellement carbonates à pH alcalin se trouvant sur des terrains alluvionnaires ou sédimentaires. Ils se classent parmi les calcids et les cambids selon la Soil Taxonomy (2010). Ces terrains sont destinés pour la plupart aux céréales en sec. Le système céréales-jachère prend une grande place entre les systèmes agricoles pratiqués. Le blé et l'orge constituent les cultures les plus dominantes.

IV.1.3. Hydrologie

Le réseau hydrographique est constitué de nombreux oued, on compte les plus importants : Oued El-Hai, oued El-Arab, oued Labiod. En compte ainsi la présence des chotts sur les frontières sud et nord. Ces aspects hydrologiques donnent une idée sur les principales sources hydrologiques dans la région de Batna.



Figure .11 : Carte géographique de la wilaya de Batna.

Chott El Hodna

Le Chott El Hodna chevauche la wilaya Batna sur 100 Km², située au Sud-est de l'Algérie et isolée de la mer Méditerranéenne par 100 à 150 km de chaînes de montagnes. Le régime hydrologique est lié au régime pluviométrique caractérisé par de fortes irrégularités.

La majorité des cours d'eau n'ont pas de débits pérennes, à l'exception des oueds Lougmane, El Ham, K'sob, Selmane, Berhoum, Soubella. A cela se rajoute une multitude de petits cours d'eau (Chaaba) à sec pratiquement toute l'année et qui coulent lors des chutes de pluies (Anonyme, 2001).

Chott El Beïdha

Le Chott qui chevauche sur 2 wilayas, Sétif et Batna. La plus grande partie, située au Nord, revient à Sétif et fait partie de la wilaya de Batna. Le Chott ayant une superficie (en hectares) d'environ 12,223. Le site est à 90 %, occupé par un plan d'eau appelé sebka, les 10 % restants sont une prairie humide naturelle composée d'espèces halophytes et une frange de

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

terre étroite appelée chott .C'est un lac naturel, salé, temporaire, auquel se rattache une prairie couverte par une végétation halophyte. Il ne s'inonde entièrement que rarement, le niveau d'eau peut alors atteindre 1,5 m de profondeur. En période sèche, à partir de juin, les croûtes blanchâtres de sel s'étalent à perte de vue. Le site est un milieu qui s'inonde en période pluvieuse et se dessèche totalement en été (Anonyme, 2005).

I.1.4.Climat

L'étude du climat revêt une importance considérable car, elle explique non seulement la répartition de la végétation et l'aire de la distribution d'une espèce déterminée, mais aussi son incidence sur la période végétative, la fructification et la germination (Boudy, 1950). La région de Batna est caractérisée par un climat varié, allant du semi-aride au Nord à l'aride au Sud (Berkane et *al.*, 2007).

IV.1.4.1.Variation mensuelles et annuelles des précipitations

Les précipitations englobent toutes les formes d'eau qui tombent sur la surface de la terre. Les valeurs de précipitation moyennes et annuelles de la période allant de 1978 à 2018 sont présentées dans le tableau.

Tableau 05: Précipitations moyennes mensuelles de la période 1978-2018.

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	28,35	25,76	33,05	35,20	37,09	16,63	7,14	18,87	34,23	27,33	24,85	28,49
Total	316,99											

(Source : Station d'Ain Skhouna, 2019).

On constate, d'après l'analyse des données des 40 dernières années, que pour la région de Batna, le mois le plus pluvieux est le mois de Mai avec 37,09mm. Juillet est le mois le moins pluvieux avec seulement 7,14mm.

IV.1.4.2.Température

La température représente un facteur limitant d'une première considération car elle contrôle en effet, l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et de communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984). Les températures moyennes mensuelles de la période 1978-2018 sont représentées dans le tableau ci-dessous .

Tableau .6 : Répartition des températures moyennes mensuelles (Période : 1978-2018).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
T max (°C)	11,74	13,02	16,30	19,94	25,37	31,34	35,16	34,46	28,97	23,36	16,63	12,47
T min (°C)	0,28	0,79	2,94	5,78	9,80	14,42	17,40	17,22	14,12	9,80	4,67	1,41
T Moy (°C)	6,01	6,91	9,62	12,86	17,58	22,88	26,28	25,84	21,55	16,58	10,65	6,94

(Source : Station d'Ain Skhouna, 2019)

D'après ces données thermiques, nous relevons que dans la région Batna, le mois de Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale de 0,28°C. Le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température moyenne maximale de 35,16°C (tableau 6).

IV.1.4.3.Les vents

Le vent, caractérisé par sa fréquence, son intensité et sa direction dominante, est un facteur météorologique non négligeable. Les vents les plus dominants sont de direction Sud-Ouest et Ouest avec une vitesse moyenne de 3,3 m / s, cette vitesse pouvant atteindre un maximum de 5 m/s au mois de juin. En été, le sirocco qui est un vent sec et chaud, provoque une chute brutale de l'humidité et une augmentation de la température. Celui-ci est rare pendant les mois les plus froids, le maximum de fréquence a lieu généralement en juin -juillet, exerçant aussi une action desséchante (Zemoura, 2005).

IV.1.4.4. Les gelées

Par année, le nombre moyen de jours de gelées s'élève à 44 ; décembre, janvier et février sont les mois où les gelées sont les plus fréquentes (Zemoura, 2005).

IV.1.4.4. Synthèse climatique

IV.1.4.4.1. Diagramme Ombrothermique

D'après **Bagnouls et Gaussien (1957)** : un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P , exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T , du mois, exprimée en degré centigrade. Partant de ce principe, la durée et l'importance de la période sèche peuvent être déterminées par le diagramme ombrothermique proposé par ces deux auteurs. Ce diagramme est obtenu par un graphique où les mois de l'année sont en abscisse, les précipitations moyennes mensuelles (P en mm), en ordonnée de gauche, les températures (T en degrés centigrades), en ordonnée de droite et à une échelle double. La période sèche s'individualise lorsque la courbe des précipitations passe sous celle des températures, c'est à dire lorsque $P < 2T$. La période sèche est de cinq mois dans la zone d'étude qui s'étale de Mi-mai à Mi-octobre (Figure.12).

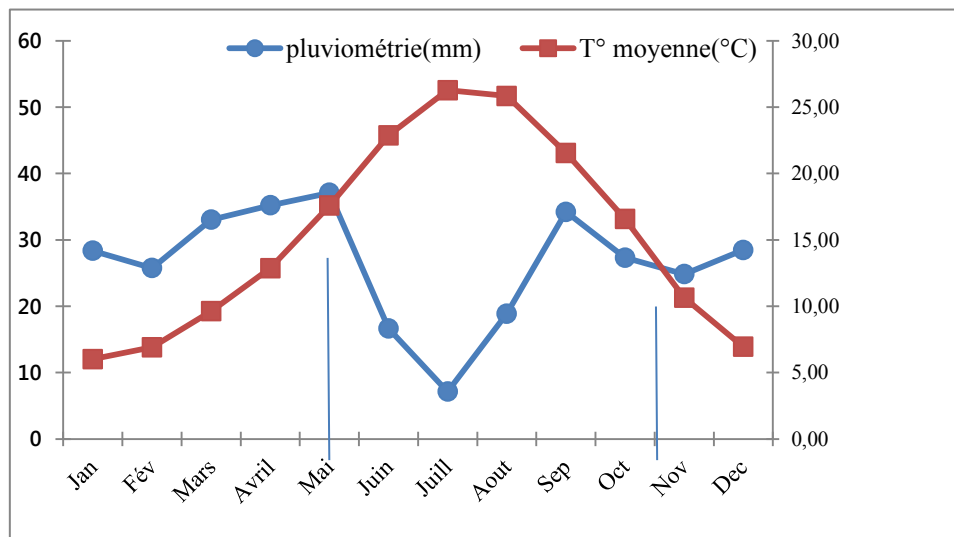


Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de la région de Batna (Période : 1978/2018).

IV.1.4.4.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_3) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de la situer dans le climagramme d'Emberger. Ce quotient est déterminé selon la formule suivante :

$$Q_3 = 3,43 \times P / (M - m) \text{ où :}$$

Q_3 : quotient pluviométrique en mm / °C.

3,43 : constante relative à la région : Algérie, Maroc.

M : température maximale du mois le plus chaud en °C.

m : température minimale du mois le plus froid en °C.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

Tableau 7 : Classification de type de climat selon l'Indice de Stewart.

Valeurs « Q2 »	Type de climat
$Q_2 > 100$	Humide
$100 > Q_2 > 50$	Tempéré
$50 > Q_2 > 25$	Semi-aride
$25 > Q_2 > 10$	Aride
$10 > Q_2$	Désertique

D'après le calcul, on obtient une valeur de «Q2» de **31,17** et en déduisant que notre région d'étude se situe dans un étage bioclimatique **semi-aride** qui se caractérise par un hiver frais (Fig.13). Avec une précipitation annuelle de 316,99 mm (tableau.7). Une précipitation annuelle de 319 mm selon Aidoud (1989), les pluies d'hiver contribuent à maintenir l'humidité du sol, alors que les pluies du printemps interviennent en phase de croissance, et même les précipitations d'automne ont un rôle important dans le cycle biologique annuel.

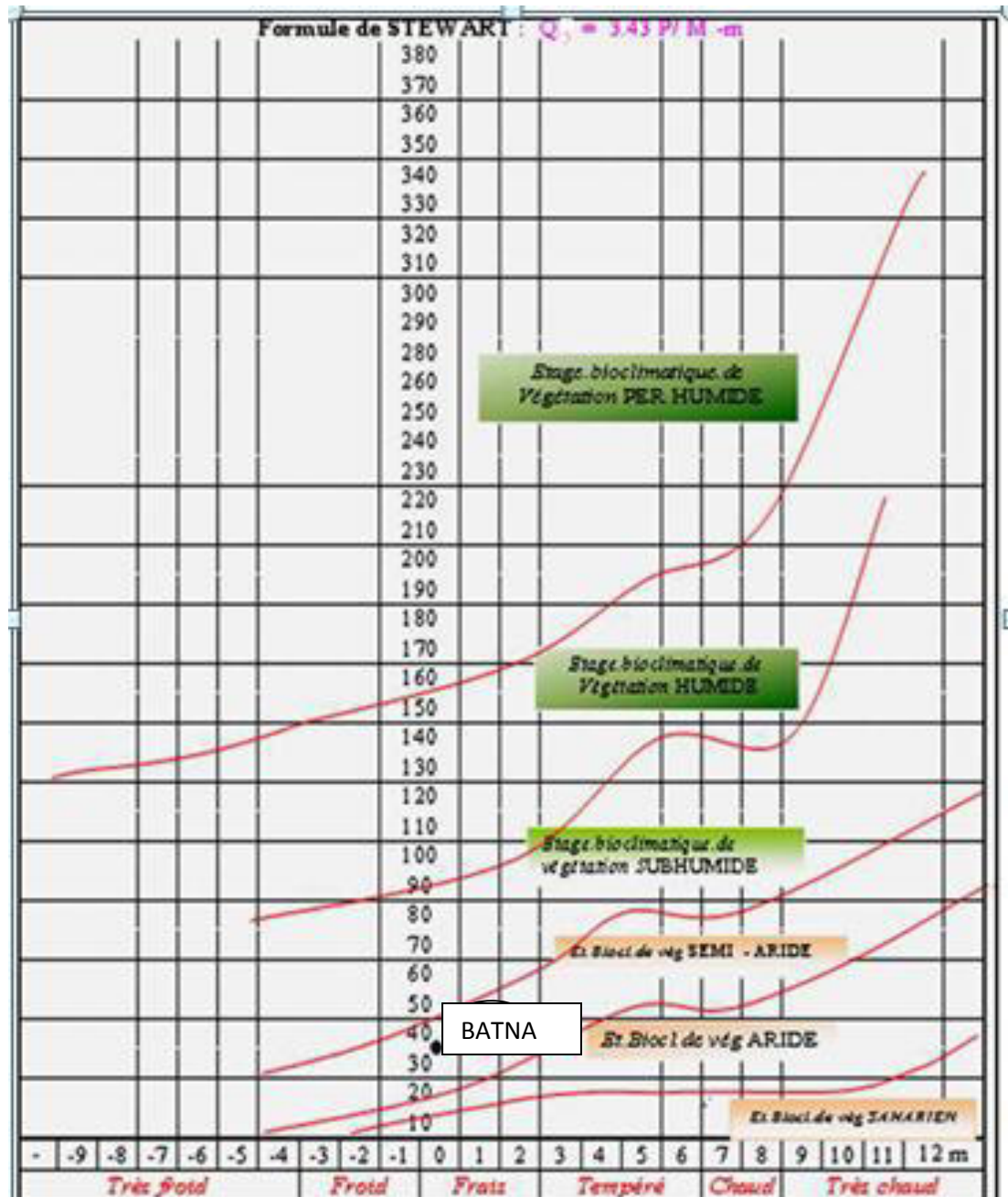


Figure 13 : Climagramme d'Emberger de la région d'étude (1978-2018)

IV.1.4.4.3. Spatialisation du climat

De façon générale, les espèces végétales prolifèrent selon les grands types de climat, certaines espèces adventices dites indifférentes se trouvent sous presque tous les climats. Car ces dernières occupent une aire géographique extrêmement vaste, c'est le cas pour *Agropyrum repens* L. Les conditions climatiques ont une grande importance sur la levée des mauvaises herbes qui est favorisée par l'importance des pluies d'automne, les pluies de printemps agissant surtout sur le développement végétatif de chaque plante. Chaque état de climat joue

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

un rôle essentiel, non seulement dans le déroulement de différentes phases de développement (germination, feuillaison, floraison,...) mais également sur la répartition et la diversité floristique.

Pour réaliser des cartes climatiques de notre région d'étude on a utilisé des données climatiques pour la période 1950-2000 de la base Word –clim via le système d'information géographique (SIG).

IV.1.4.4.3.1.Précipitations

Notre zone d'étude reçoit des précipitations qui varient entre 300-598mm. On a classé les pluies en tranches pluviométriques d'intervalle de 100mm. La tranche de pluie entre 300-400mm recouvre la quasi-totalité des sites de prélèvement des mauvaises herbes .Entre 400-500mm en deuxième position (Figure.14).

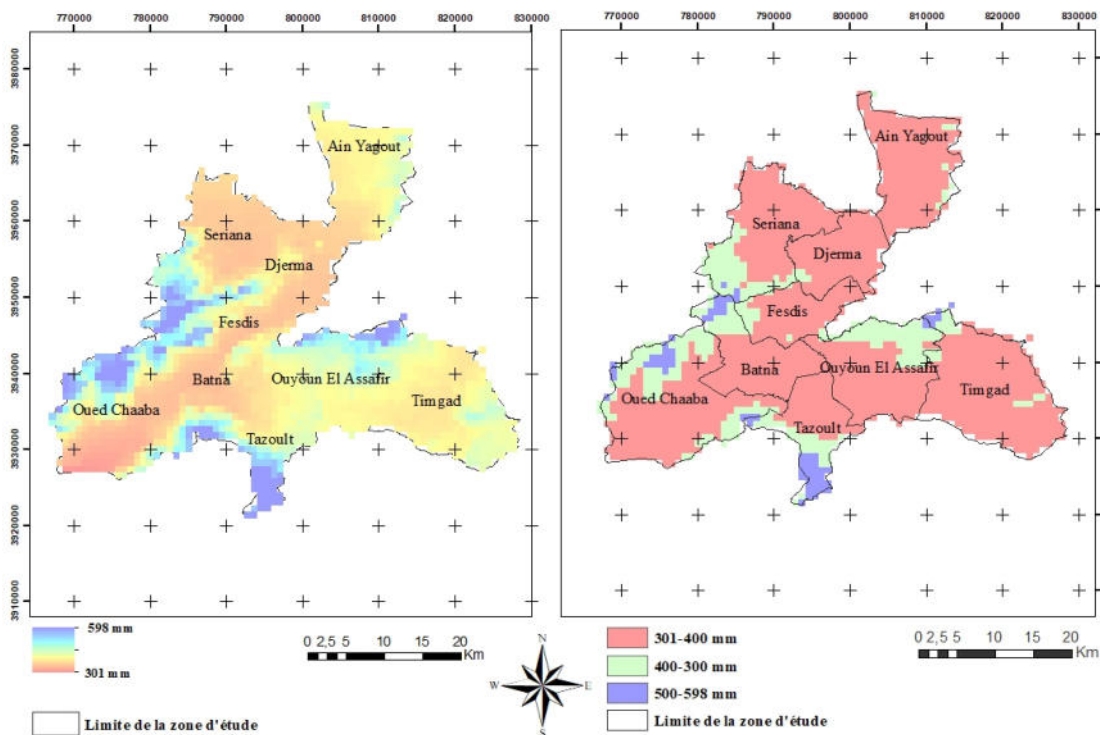


Figure 14 : Carte pluviométrique des sites d'étude

IV.1.4.4.3.2. Températures

Les températures moyennes étaient classées à un intervalle de 1°C. Selon la figure 15 nous avons constaté ce qui suit : La première tranche 12°C englobe Tazoult (y compris Marconda), Ouyoun El Assafir, Timgad (englobe Boulefréyes), Oued Chaaba sont classés dans la deuxième tranche 13°C. Par contre les communes : Fesdis, Batna, Djerma, Seriana et Ain Yagout sont classées dans la troisième tranche (14°C).

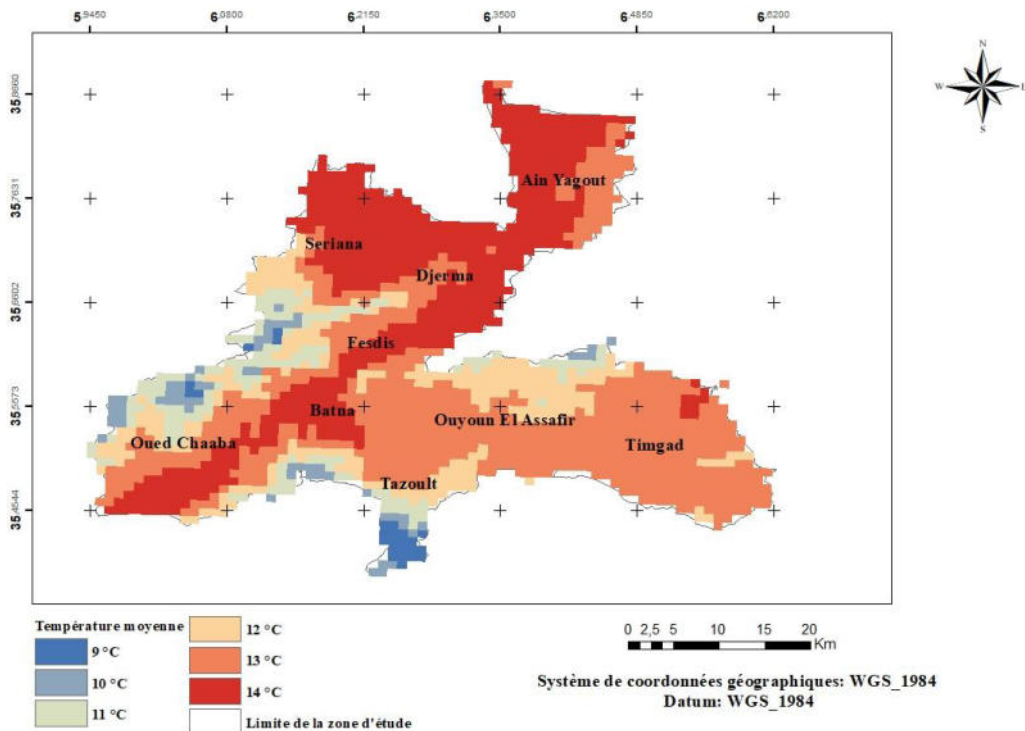


Figure 15 : Carte climatique des températures

IV.1.4.4.3.3. Indice d'aridité

L'indice d'aridité de DEMARTONE montre que notre zone d'étude se répartie sur deux étages bioclimatiques :

Sub humide : qui referme la commune de Tazoult (Marconda) plus précisément les montagnes, et l'étage semi-aride, cependant les sites de travail sont localisés dans le semi-aride (Fig.16).

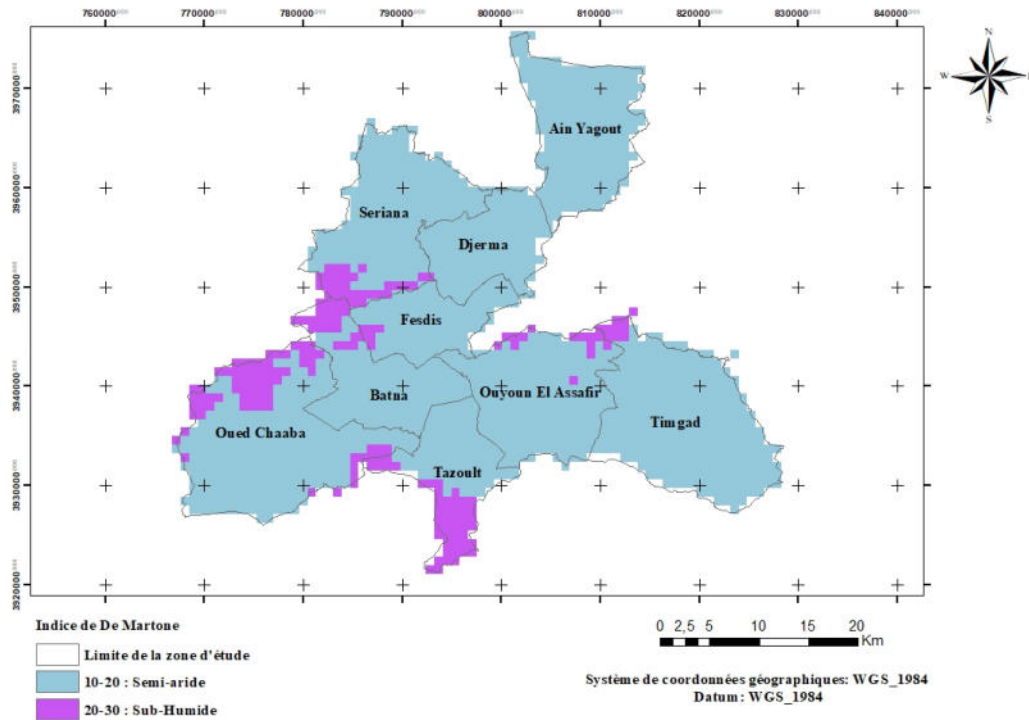


Figure 16 : Carte représentative de l'indice d'aridité de DE Martone

IV.1.5. L'Agriculture dans la région de Batna

IV.1.5.1. Situation de l'agriculture dans la région de Batna

La surface agricole totale est de 744026 hectares on ne les trouve que 422677 hectares de superficie agricole utile (S.A.U) qui représente 34,89% de la superficie globale de la wilaya. La jachère occupe annuellement une superficie d'environ 220 204 hectares de la SAU.

Les surfaces irriguées occupent moins de 79 859 hectares, et elle concerne : les Céréales d'hiver, les cultures fruitières, les cultures industrielles, les cultures maraîchères (Tableau 8).

IV.1.5.2. Production végétale

Dans la région de Batna, Les cultures herbacées sont principalement les céréales d'hiver avec une surface d'environ 130524 hectares soit 30,88 de SAU, l'orge et le blé dur sont les principales céréales cultivées dans notre région d'étude avec une superficie successivement environ 69015 hectares et 50 214 hectares, le Blé tendre : 7510 hectares, l'Avoine : 3785 hectares (DSA, 2018). La répartition des superficies selon la production végétale, ainsi que la production et la productivité est présentée dans le tableau 8.

Tableau 8 : Répartition des terres dans la wilaya de Batna (Campagne agricole 2017/2018).

	Répartition des Terres		Superficies (ha)
Surface Agricole Utile (S.A.U)	Terres labourables (ha)	Culture herbacée	165 001,40
		Jachère	220 203,83
	Terre des cultures permanentes	Prairies naturelles	15 932,10
		Vignobles	91,26
		plantations fruitiers	22 619,91
		Cultures sous palmiers	1171,50
Total S.A.U			422 677
Dont superficies Totales Des Cultures irriguées			79 858,75
Pacage et parcours			239 085
Terres improductives des exploitations			82 264
Total des terres utilisées par l'agriculture			751 371
Exploitations forestières			273 927,80
Terres improductives non affectées à l'agriculture			185 922,2
Superficie totale de la wilaya			1 211 221

(Source : DSA 2018).

Les superficies, productions et rendements des principales cultures sont illustrées dans le tableau 09.

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

Tableau 9 : Superficies, productions et productivité des divers produits végétales de la wilaya de Batna (campagne agricole 2017 /2018).

Spéculation	Superficies (ha)	Superficie moissonnée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ ha)
Céréales Totales	130 524	100 957,50	1 513 082	14,98
Dont :				
Blé dur	50 214	38 315,5	55 4063	14,46
Blé tendre	7 510	5 733,50	94 232,50	16,34
Orge	69 015	53 372,50	801 193	15,01
Avoine	3 785	3 536	63 593,50	17,98
Fourrages	31 571	/	2 735 462,50	86,64
Légumes secs	128	/	6246	48,76
Cultures maraîchères	7 714,02	/	1 479 875	191,84
Arboriculture	10 514,85	/	1 548 022,25	147,22
Oliviers(en rapport)	11 796,75	/		
Figuiers (rapport)	100,81	/	19 598,5	195,78
Vignobles	91,26		7650	79,47

(Source : DSA 2018).

Le blé dur est la principale culture de la région et l'activité principale pour la plupart des agriculteurs, où ils ont considérablement augmenté les superficies. Le tableau 10 présente les variations des superficies, productions et rendements au niveau de la wilaya de Batna pour cinq campagnes agricoles. En outre les superficies connaissent des variations importantes ce qui conduit à l'augmentation des productions pour la campagne 2017/2018 (14,46 qx /ha).

Tableau 10 : Evolution des superficies et des productions de blé dur dans la wilaya de Batna

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2013/2014	37733	467712	12,40
2014/2015	30354	333894	11,00
2015/2016	47177	593893	12,59
2016/2017	13402	147941	11,04
2017/2018	38315,5	554063	14,46

(Source : D.S.A, 2018)

Conclusion

La zone d'étude est à vocation agro-sylvo-pastorale avec une prédominance pour la céréaliculture qui est la principale spéculation effectuée dans la Wilaya. La superficie qui lui est affectée est de 165 810 Ha soit 38,08 % de la SAU totale de la Wilaya. L'élevage ovin est conjugué avec l'apiculture et l'aviculture. L'industrie n'occupe que 6% de la population active et reste quelque peu marginale. Mais il n'en demeure pas moins que des opportunités existent et restent à développer notamment dans les industries agro-alimentaires. Au niveau du secteur agricole, il est intéressant de s'orienter vers la revalorisation de l'arboriculture : abricotiers, oliviers, pommiers...etc. Il est à signaler que l'aviculture est devenue d'envergure nationale puisqu'elle participe avec un taux appréciable à la production nationale

Introduction

Une des contraintes les plus redoutables de la céréaliculture est l'infestation des plantes adventices. La non maîtrise des mauvaises herbes induit un impact direct sur le rendement de la culture car les mauvaises herbes peuvent tout de même réduire le rendement. L'objectif des agriculteurs a été d'augmenter le niveau quantitatif et qualitatif de la production. Cependant cet objectif est loin d'être atteint sans l'adoption de méthodes de lutte efficaces contre l'enherbement. C'est pour cette raison la connaissance de la composition de la flore adventice messicole est un préalable nécessaire conduisant à la conduite des stratégies de lutte intégrée.

Objectif

La présente étude vise l'inventaire floristique en culture de blé dur, dans les 11 sites choisis dans la zone d'étude pour chercher à ressortir la richesse spécifique et éventuellement déterminer les types biologiques en vue de comprendre la dynamique des adventices, face aux pratiques culturales, et, de cerner les espèces les plus nuisibles à cette culture, afin d'envisager un mode de gestion tenant compte ces aspects. Ce chapitre renferme des prospections au niveau des 11 sites, la collecte des mauvaises herbes dans un quadra de 1m² et leur identification, ainsi la caractérisation biologiques des espèces rencontrées tout en estimant leur indice partiel de nuisibilité.

V.1. Description du site d'étude

L'étude a été conduite dans la région de Batna (35°31'60''N 6°12'72'' E), située dans le nord est algérien dont 11 communes ont été choisi vu leur vocation céréalière (Figure 17). Le climat de cette région est de type méditerranéen semi-aride à hiver frais (Q₃=31,17), avec une précipitation moyenne annuelle de 317 mm /an et une température moyenne de 26C° considérée la plus élevée, est enregistré durant le mois de juillet et Août de l'année 2018/2019. La texture du sol est de type sablo-limono-argileuse, ces sols se caractérisent par une profondeur importante, une charge caillouteuse moyenne (galets et cailloux), une CEC importante, un pH légèrement basique (Kourtel Ghanem, 2017). Généralement ces terrains sont destinés à la culture des céréales en sec (Fenni, 2003 ; Hannachi et Fenni, 2013). Le système céréales-jachère prend une grande place entre les systèmes agricoles pratiqués.

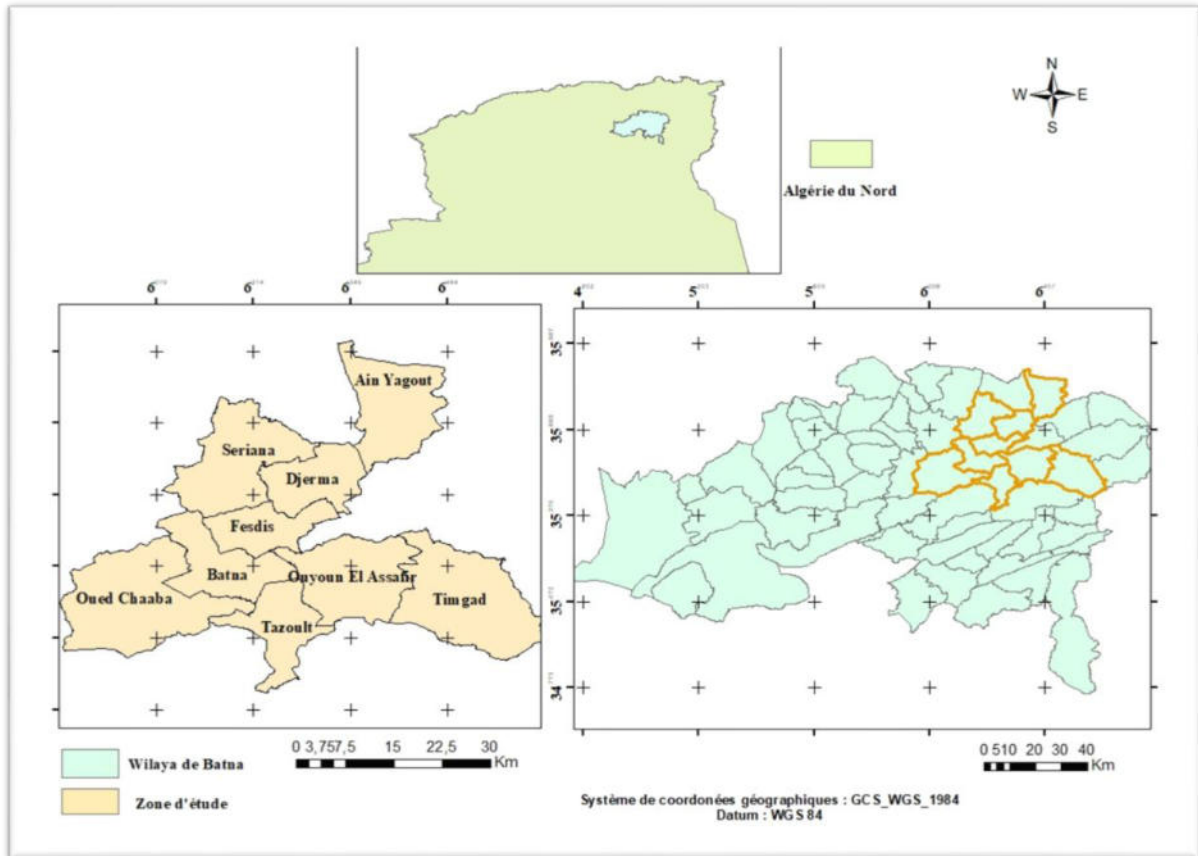


Figure17 : Localisation des sites d'études.

V.2. Matériel utilisés et méthodes d'étude

V.2.1. Matériel

Le matériel utilisé pour l'inventaire était constitué d'un cadre en bois de 1m de côté ayant servi de placette, un GPS pour l'enregistrement des coordonnées géographiques des sites expérimentales (champs de blé dur) et enfin les espèces de mauvaises herbes inventoriées ont constitué notre matériel biologique.

V.2.2. Démarche méthodologique

Deux campagnes de terrain ont été effectuées pour inventorier la flore adventice associée à la culture de blé dur dans les différents sites choisis. Des inventaires floristiques ont été réalisés sur deux ans (2015 et 2016) ; la première de Janvier à Juillet 2015, la seconde de Mars à Juin 2016. Sur chacune des parcelles, la végétation adventice a été caractérisée selon les principes de la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet qui a fait l'objet de nombreuses descriptions (Gounot 1969 ; Guinochet 1973), il s'agit de faire jeter, un quadra de 1m² aléatoirement selon

l'échantillonnage systématique simple. La technique «tour de champs» dans le but de connaître les différentes espèces et mieux prendre en compte l'hétérogénéité de la parcelle (Chicouène, 2014 ; Touré *et al.*, 2016 ; Yapi, 2017). Maillet (1981) montre qu'en fonction des surfaces d'investigation liées aux méthodes de relevés floristiques, le tour de champs, est le plus exhaustif. Il consiste à parcourir la parcelle dans différentes directions jusqu'à la découverte d'une espèce nouvelle. En effet, certaines espèces se comportent de façon à former des agrégats à certains endroits. Ainsi, on verra des 'taches' où le recouvrement par l'espèce est maximal alors qu'elle est absente ailleurs. Le tour de champ permet d'apprécier la fréquence de ces agrégats et la surface qu'ils recouvrent par rapport à l'ensemble de la parcelle (Chicouène, 2014).

Pour les onze sites retenus, 72 relevés floristiques ont été réalisés durant deux campagnes 2015/2016 et 2016/2017, ce qui fait un total de 144 relevés. Ces derniers ont été effectués au stade épiaison voire même à la maturité des céréales, ce qui correspond au stade floraison de la plupart des adventices. Chaque champ a fait l'objet de 6 à 7 relevés floristiques sur une aire d'environ dix mètres carrés, soit au total cent quarante-quatre relevés. Le choix de l'emplacement des relevés s'est fait d'une manière subjective en veillant au respect du critère d'homogénéité structurale floristique (Gehu, 1980). Pour chacun des relevés et pour chaque espèce, il a été noté son type biologique, son recouvrement et son indice d'abondance dominance. (I.A.D.) noté de + à 5 selon l'échelle de Braun-Blanquet *et al.* (1952).

V.2.3 .Identification des mauvaises herbes

L'identification des espèces a été effectuée avec l'aide du professeur OUDJHIIH, enseignant chercheur à l'institut agrovétérinaire de Batna et à l'aide de la nomenclature des mauvaises herbes des céréales d'hiver en Algérie» de l'Institut National de Développement des grandes cultures (1976) et la Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quezel et Santa (1963).

Pour une identification aisée, nous avons choisi d'identifier les espèces de mauvaises herbes au stade adulte. En général, les critères se posent sur : les caractéristiques des feuilles (forme, taille, nervure, etc.), les caractéristiques des tiges (forme, pilosité, etc.), les organes souterrains (rhizome), le port de la plante et les caractéristiques des fleurs.

V.2.4. Analyse des données

L'abondance et la fréquence sont les paramètres les plus efficaces pour mesurer le degré d'infestation des cultures par les mauvaises herbes (Barralis, 1976 ; Bouhache et Boulet, 1984 ; Traoré et Maillet, 1998 *in* Hannachi, 2010). Les espèces rencontrées peuvent être classées en trois groupes selon leurs fréquences et leurs abondances. Pour désigner les principales mauvaises herbes, on attribue la priorité à la fréquence d'une espèce donnée dans la région d'étude, tout en prenant en considération son abondance (Soufi, 1988). La combinaison de l'abondance totale et de la fréquence relative des espèces donne une idée sur les risques potentiels à l'échelle régionale (Bouhache & Boulet, 1984). Pour évaluer la nuisibilité exercée par les adventices sur le blé, nous avons noté pour chaque espèce l'indice d'abondance-dominance et la fréquence absolue. Cet indice a été calculé seulement pour les espèces ayant une fréquence relative supérieure à 20 %. Ces paramètres permettent d'attribuer à chaque espèce un indice partiel de nuisibilité (I.P.N.) calculé selon Zidane *et al.* (2010) comme suit :

$$\text{IPN} = (\text{somme des recouvrements moyens/FA}) * 100$$

Où F.A. = fréquence absolue (nombre de présence de l'espèce E dans N relevés).

Pour mesurer le degré de similitude entre les différentes stations échantillonnées, nous avons réalisé une classification ascendante hiérarchique (CAH) en utilisant la méthode du saut minimum et le coefficient de communauté de Jaccard (Legendre & Legendre, 1998).

➤ La fréquence

La fréquence relative (Fr) d'une espèce végétale donnée se définit comme le rapport de sa fréquence absolue (Fa) ou nombre de relevés où elle est présente au nombre total (Nr) de relevés effectués sur un site donné (tableau.11) (Lamia, 2010).

Tableau 11 : tableau de formules de fréquence

Nombre total de relevé	Nr
Fréquence absolue	Fa = Σ nombre de relevé où l'espèce est présente
Fréquence relative	$Fr = Fa/Nr$
Fréquence relative (%)	$Fr(\%) = Fa * 100/Nr$

Les espèces inventoriées sont regroupées en trois groupes selon la fréquence relative en % :

L'espèce est dite très fréquente, si elle possède une fréquence relative supérieure à 50 % ;

-Si la fréquence relative d'une espèce est comprise entre 25 et 50 %, elle est dite moyennement fréquente ;

-Une espèce dont la fréquence est inférieure à 25 % est classée parmi les espèces peu fréquentes (Diagne, 1992).

➤ **L'abondance : recouvrement des mauvaises herbes**

La notion d'abondance fait référence à deux variables :

-Le potentiel d'infestation d'une parcelle, autrement dit, le nombre des organes contenus dans le sol susceptible de survivre. Il est lié aux itinéraires culturaux (techniques de préparation du sol, fertilisation, désherbage, etc...) et aux successions culturales ;

- La densité d'infestation d'une culture qui est l'expression du potentiel d'infestation par levée des mauvaises herbes, compte tenu de la culture, des conditions culturales et des conditions climatiques de l'année (tableau.12).

Tableau 12 : Tableau de formule d'abondance

Nombre total de relevé	Nr
Abondance	$A = \Sigma \text{ recouvrement}$
Abondance moyenne	$Am=A /Nr$

Les espèces sont réparties en trois groupes selon l'abondance moyenne :

- Une espèce est dite très abondante si son abondance moyenne est supérieure à 1 ;
- Une espèce possédant une abondance moyenne comprise entre 0,5 et 1 est classée dans le groupe des espèces moyennement abondantes ;
- L'espèce est peu abondante si son abondance moyenne est inférieure à 0,5.

Le coefficient d'abondance-dominance, défini par Braun-Blanquet, noté comme suit :

+ *Recouvrement inférieur à 5 % avec un faible nombre d'individus*

1. *Recouvrement inférieur à 5 % avec un grand nombre d'individus*

2. *5 % < recouvrement < 25 %*

3. *25 % < recouvrement < 50 %*

4. *50 % < recouvrement < 75 %*

5. *Recouvrement > 75 %*

V.3.Résultats

V.3.1. Diversité floristique

V.3.1.1. Diversité taxonomique

Soixante-douze (72) relevés ont été traités et ont permis d'identifier 77 espèces adventices dans les onze sites choisis. Toute la flore comprend 67 genres issus de 23 familles (Tableau 1). Sur l'ensemble des familles recensées, 5 dominent nettement la flore des champs de blé dur, se sont par ordre d'importance décroissant : *Asteraceae* (23%), *Poaceae* (14%), *Apiaceae*

Chapitre V : Diversité floristique des mauvaises herbes dans les champs de blé dur

(13%) , *Brassicaceae* (8 %) et les *Fabaceae* (5%). Ces familles regroupent plus de la moitié des espèces inventoriés, 49 espèces soit 64 %, cependant les autres familles sont représentées au maximum par deux genres et au minimum avec une seule espèce.

Les dicotylédones sont dominantes avec 63 espèces soit 82 %, tandis que les monocotylédones ne sont représentées que par 14 espèces soit 18% (Tab.13).

Tableau13 : Les familles rencontrées dans les champs de blé dur de la région d'étude.

Famille	Genres	Espèces	Famille	Genres	Espèces
<i>Asteraceae</i>	17	18	<i>Amaryllidaceae</i>	1	1
<i>Poaceae</i>	6	11	<i>Convolvulaceae</i>	1	1
<i>Apiaceae</i>	10	10	<i>Euphorbiaceae</i>	1	1
<i>Brassicaceae</i>	6	6	<i>Geraniaceae</i>	1	1
<i>Fabaceae</i>	3	4	<i>Iridaceae</i>	1	1
<i>Papavearceae</i>	3	3	<i>lamiaceae</i>	1	1
<i>Amaranthaceae</i>	2	3	<i>Malvaceae</i>	1	1
<i>Rubaiceae</i>	2	3	<i>Resedaceae</i>	1	1
<i>Boraginaceae</i>	2	2	<i>Plantaginaceae</i>	1	1
<i>Caryophyllaceae</i>	2	2	<i>Polygonaceae</i>	1	1
<i>Asparagaceae</i>	2	2	<i>Ranunculaceae</i>	1	1
<i>Fumariaceae</i>	1	2	Total 23	67	77

Le tableau 14 montre les espèces récentes avec leur type biologique

Chapitre V : Diversité floristique des mauvaises herbes dans les champs de blé dur

Tableau 14 : Liste des espèces recensées avec des indications sur leur type biologique

Famille	Espèce	Spectre biologique
Amaranthaceae (D)	<i>Chenopodium album</i> L.	Thérophyte
	<i>Beta macrocarpa</i> Guss.	Thérophyte
	<i>Beta vulgaris</i> sous espèce <i>Maritima</i>	Géophyte
Amaryllidaceae (M)	<i>Allium roseum</i>	Géophyte
Apiaceae (D)	<i>Bifora testiculata</i>	Thérophyte
	<i>Ridolfia segetum</i>	Thérophyte
	<i>Caucalisplatycarpus</i> var. <i>muricata</i>	Thérophyte
	<i>Eryngium campestre</i>	Géophyte
	<i>Daucus carota</i>	Hémicryptophyte
	<i>Scandix pecten veneris</i>	Thérophyte
	<i>Bunium pachypodium</i>	Geophytes
	<i>Turgenia latifolia</i>	Thérophyte
	<i>Ammi majus</i>	Thérophyte
<i>Visnagadaucoides</i>	Thérophyte	
Asparagaceae (M)	<i>Muscari comosum</i>	Géophyte
	<i>Ornithogalum pyramidale</i>	Géophyte
Asteraceae (D)	<i>Rhagadiolus stellatus</i>	Thérophyte
	<i>Scorzonera aciniata</i>	Hémicryptophyte
	<i>Hypochoeris glabra</i>	Thérophyte
	<i>Hedypnois cretica</i>	Thérophyte
	<i>Urospermum dalechampii</i>	Géophyte
	<i>Sonchus arvensis</i>	Thérophyte
	<i>Leontodon saxatilis</i>	Hémicryptophyte
	<i>Centaurea nicaeensis</i>	Thérophyte
	<i>Centaurea calcitrapa</i>	Thérophyte
	<i>Anacyclus clavatus</i>	Thérophyte
	<i>Launaea nudicaulis</i>	Géophyte
	<i>Silybum marianum</i>	Géophyte
	<i>Achillea mille folium</i>	Géophyte
	<i>Cirsium arvense</i>	Géophyte
	<i>Senecio vulgaris</i>	Hémicryptophyte
	<i>Sonchus oleraceae</i>	Thérophyte
	<i>Helminthotheca echioide</i>	Thérophyte
<i>Scolymus maculates</i>	Thérophyte Géophyte	
Boraginaceae (D)	<i>Anchusa arvensis</i>	Géophyte
	<i>Borago officinalis</i>	Thérophyte
Brassicaceae (D)	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Thérophyte
	<i>Enerthrocarpus lyrotis</i>	Thérophyte
	<i>Rapistrum rugosum</i>	Thérophyte
	<i>Lepidium draba</i>	Géophyte
	<i>Diplotaxis tenuisiliqua</i>	Thérophyte
<i>Sinapis arvensis</i>	Thérophytes	
Caryophyllaceae (D)	<i>Silene uniflora</i> var <i>inflata</i> .	Hémicryptophyte
	<i>Vaccaria pyramidata</i> (Medik)	Géophyte
Convolvulaceae (D)	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Géophyte

Chapitre V : Diversité floristique des mauvaises herbes dans les champs de blé dur

Euphorbiaceae (D)	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Thérophyte
Fabaceae (D)	<i>Coronilla scorpioides</i> <i>Melilotus indicus</i> <i>Vicia villosa</i> <i>Vicia hirsute</i>	Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte
Fumariaceae (D)	<i>Fumaria parviflora</i> Lam. <i>Fumaria officinalis</i> L.	Thérophyte Thérophyte
Géraniacées (D)	<i>Erodium triangulare</i>	Thérophyte
Iridaceae (D)	<i>Gladiolus segetum</i>	Géophyte
Lamiaceae (D)	<i>Phlomis herba venti</i> L.	Géophyte
Malvaceae (D)	<i>Malva sylvestris</i> L.	Thérophyte
Papaveraceae (D)	<i>Roemeria hybrida</i> <i>Papaver rhoeas</i> <i>Glaucium corniculatum</i>	Thérophyte Thérophyte Thérophyte
Plantaginaceae (D)	<i>Plantago albicans</i>	Géophyte
Poaceae (M)	<i>Lolium multiflorum</i> <i>Lolium rigidum</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Phalaris paradoxa</i> <i>Phalaris brachystachys</i> <i>Phalaris minor</i> <i>Avena fatua</i> <i>Avena sterilis</i> <i>Aegilops triuncialis</i> <i>Bromus rubens</i> subsp. <i>Kunkeii</i> <i>Bromopsis ramosus</i>	Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Thérophyte Géophyte
Polygonaceae (D)	<i>Polygonum aviculare</i>	Thérophyte
Ranunculaceae (D)	<i>Adonis aestivalis</i>	Thérophyte
Resedaceae (D)	<i>Reseda alba</i>	Thérophyte
Rubiaceae (D)	<i>Galium aparine</i> <i>Galiumtricornutum</i> <i>Asperula arvensis</i>	Thérophyte Thérophyte Thérophyte

D : Dicotylédones (Magnoliopsida) M : Monocotylédones (Liliopsida)

V.3.1.2. Spectre biologique

Le spectre éthologique ou biologique, tel que conçu par RAUNCKIAER, est un spectre de diversité floristique qui ne dépend pas seulement du milieu mais aussi de l'histoire phylogénétique des taxons. Son seul intérêt écologique est d'indiquer quels sont les types biologiques présents ou absents, c'est-à-dire quelle est sa composition qualitative (Emberger, 1967 in Kazi Tani, 2011). En effet, comme l'indique la figure 18, les types biologiques sont inégalement répartis. Les thérophytes avec 53 espèces (69%) sont les mieux présentées, Ces espèces annuelles se manifestent chaque année grâce à la redistribution du stock semencier par le labour. Du point de vue évolutif, mais également de sa distribution, ce type biologique

représente l'expression actuelle de l'adaptation aux habitats productifs et perturbés (Grime, 1977 in Kazi TANI, 2011).

Les labours superficiels souvent utilisés dans la céréaliculture et les cultures maraichères permettent le maintien et le développement des géophytes (25%) soit 19 espèces, qui sont naturellement détruits par le travail en profondeur.

L'apparition des hémicryptophytes (6%) est la conséquence d'un mauvais travail du sol, parce que les hémicryptophytes regroupent les plantes basses à bourgeons pérennants situés au ras du sol(Figure.18).

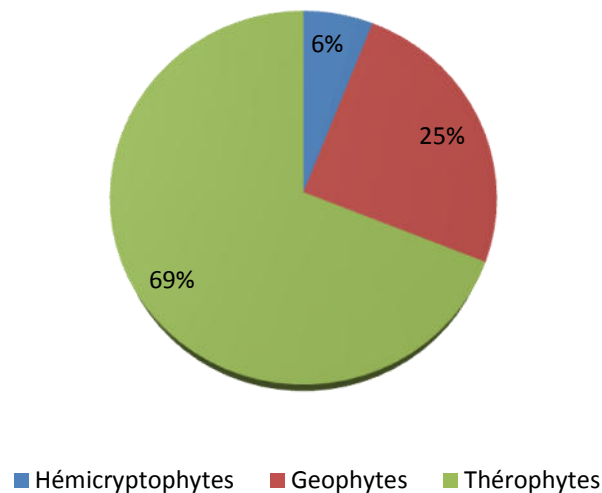


Figure 18 : Présentation des types biologiques

V.3.2. Nuisibilité des adventices

Le classement des adventices selon leur indice de nuisibilité et leurs fréquences relatives (Tableau 15) a révélé l'existence de 36 espèces potentiellement nuisibles vis-à-vis du blé dur dans les champs échantillonnés. Ces espèces sont réparties en 3 groupes : un groupe d'espèces à indice partiel de nuisibilité (I.P.N) supérieur à 1000, un groupe d'espèces à I.P.N. compris entre 500 et 1000 et un groupe d'espèces à I.P.N. inférieur ou égal 500 (Figure19).

Tableau 15: Indice Partiel de Nuisibilité (I.P.N.) et relative (Fr) des espèces adventices dominantes

Nom scientifique	Indice de nuisibilité	FR%
<i>Avena sterilis</i>	1260	69,44
<i>Malva sylvestris</i>	1259	55,56
<i>Bromus rubens</i>	4420	25,28
<i>Lolium multiflorum</i>	1261	48,61
<i>Lolium rigidum</i>	1258	34,72
<i>Anacyclus clavatus</i>	1259	30,56
<i>Hordeum murinum</i>	1130	38,06
<i>Papaver rhoeas</i>	900	27,78
<i>Raphanus raphanistrum</i>	700	27,78
<i>Borago officinalis</i>	125	23,61
<i>Convolvulus arvensis</i>	840	20,83
<i>Bunium pachypodium</i>	900	29,44
<i>Turgenia latifolia</i>	650	29,44
<i>Sinapis arvensis</i>	900	31,44
<i>Bromus ramosus</i>	400	39,44
<i>Reseda alba</i>	200	20,44
<i>Galium tricorne</i>	250	21,44
<i>Sonchus oleraceae</i>	584	36,11
<i>Gallim aparine</i>	870	70,83
<i>Scandix pecten veneris</i>	968	25,06
<i>Silybum marianum</i>	544	20,00
<i>Hypochoeris glabra</i>	122	25,28
<i>Sonchus arvensis</i>	118	34,18
<i>Rapistrum rugosum</i>	120	35,28
<i>Diploaxis tenuisiliqua</i>	114	20,28
<i>Vaccaria pyramidata</i>	600	25,28
<i>Melilotus indicus</i>	214	21,28
<i>Vicia villosa</i>	544	35,28
<i>Gladiolus segetum=italicum</i>	645	25,28
<i>Phalaris paradoxa</i>	545	35,28
<i>Phalaris brachystachys</i>	645	25,28
<i>Phalaris minor</i>	114	25,28
<i>Avena fatua</i>	745	35,28
<i>Chenopodium album</i>	521	26,94
<i>Muscari comosum</i>	400	22,50
<i>Senecio vulgaris</i>	157	20,11

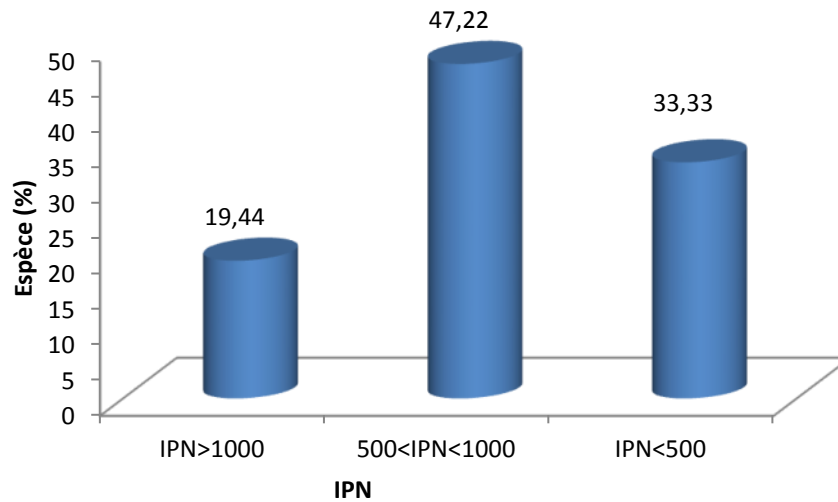


Figure 19 : Proportions des groupes d'adventices selon I.P.N.

Il ressort de l'analyse de la figure (19) que 19,44% soit sept espèces des adventices, peuvent être considérées comme les plus nuisibles et agressives vis-à-vis des céréales dans la zone d'étude.

Ces espèces sont des annuelles (thérophytes) et appartiennent à trois familles, avec une prépondérance des *Poaceae* qui dépasse 70%. Par ailleurs, le deuxième groupe dont I.P.N. est limité entre 500 et 1000, est bien représenté par 47,22 % soit 17 espèces, réparties en 10 familles : les *Poaceae* avec 3 espèces, les *Brassicaceae*, les *Asterecaceae* et les *Apiaceae* chacune avec deux espèces, tandis que les *Rubiaceae*, les *Caryophyllaceae*, les *Fabaceae*, les *Iridaceae*, les *Papaveraceae* et les *Amaranthaceae* chacune d'elle est représentée par une seule espèce. Alors que le groupe estimé le moins nuisible est exposé avec neuf familles avec 33.33 % soit 12 espèces du total des espèces ayant une fréquence relative supérieur à 20% avec un taux de recouvrement plus au moins faible.

V.3.3. Biodiversité des stations

La comparaison des différentes stations, basée sur l'indice de similitude de Jaccard la figure 20 et le tableau 15, montre que les ressemblances les plus élevées existent d'une part entre Ain Yagout et Fesdis (80,6 %) avec 29 espèces communes et d'autre part entre Seriana et Djermaa (76,9 %) avec 30 espèces communes. La proximité entre Ain yagout et Marconda et de l'ordre de 70,0 % avec 28 espèces communes. La matrice de proximité montre aussi des valeurs élevées entre oued Chaaba et Lambiridi (69,0%) ; Oued Chaaba et Ayounassafeur (69,0%) et Sidi Maansar et Boulefréyas(69,0%).

Les indices reliant la station de Batna avec les autres stations échantillonnées sont les plus faibles. La station de Batna semble donc présenter une richesse floristique différente des autres stations.

On note que 19 espèces végétales sont communes à toutes les stations échantillonnées, il s'agit de : *Hypochaeris glabra*, *Hedypnois cretica*, *Sonchus oleraceus*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Hordeum murinum*, *Phalaris paradoxa*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris minor*, *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Rapistrum rugosum*, *Sinapis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Galium tricornutum*, *Convolvulus arvensis*, *Reseda alba*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*. 13 espèces de ces dernières sont signalé les plus nuisible dont une espèce est géophyte (*Convolvulus arvensis*) et le reste sont des thérophytes.

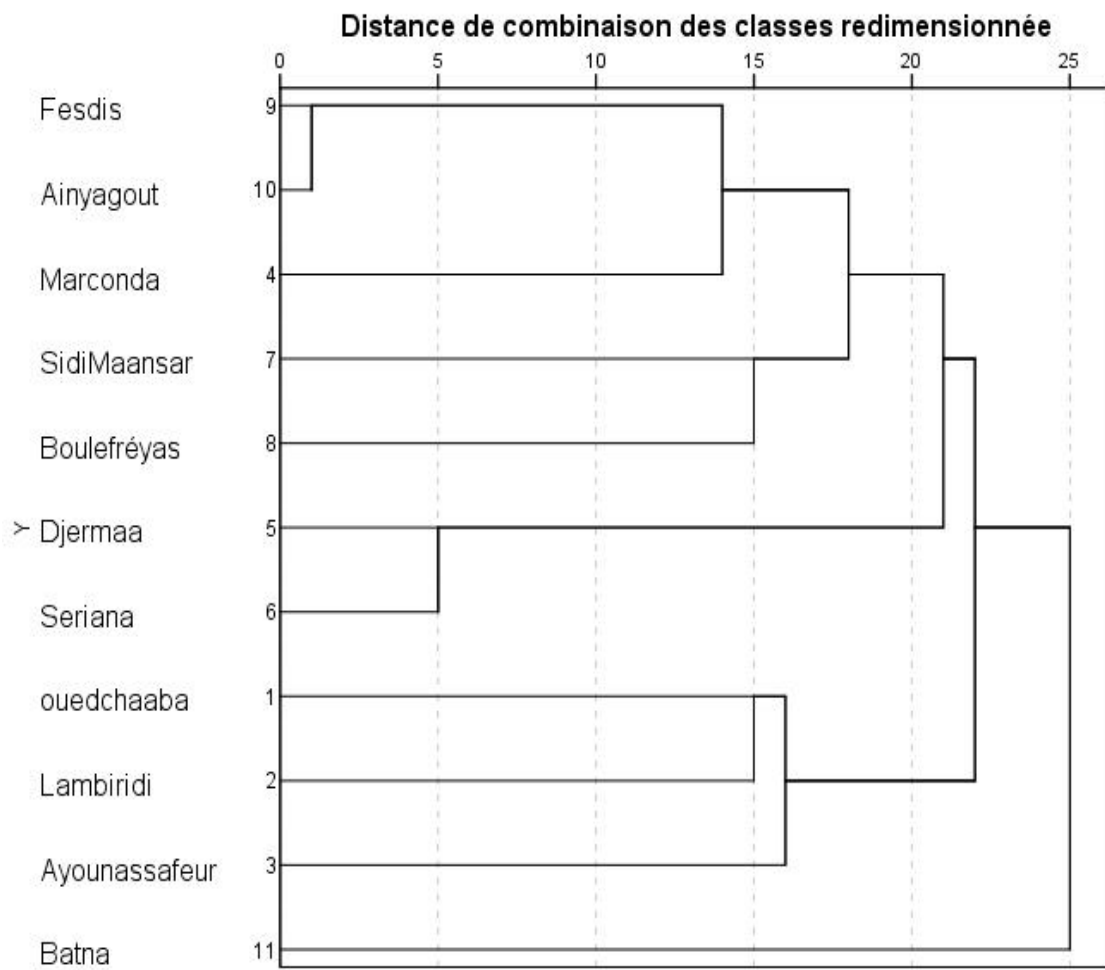


Figure 20: Dendrogramme de similitude

Tableau 16 : Matrice de proximité de Jaccard

Observation	Input du fichier matrice										
	Oued Chaaba (1075 Alt)	Lambiridi (1075 ALT)	Ayoumassafeur (1190 ALT)	Marconda (1149 ALT)	Djermaa (1018 ALT)	Seriana (1030 ALT)	Sidi Maansar (1110 ALT)	Boulefréyas (919 ALT)	Fesdis (998 ALT)	Ain Yagout (841ALT)	Batna (1027 ALT)
Oued Chaaba	1,000										
Lambiridi	,690	1,000									
Ayoumassafeur	,690	,526	1,000								
Marconda	,500	,561	,444	1,000							
Djermaa	,551	,585	,508	,605	1,000						
Seriana	,596	,641	,517	,511	,769	1,000					
Sidi Maansar	,519	,545	,610	,565	,553	,500	1,000				
Boulefréyas	,480	,500	,475	,675	,545	,558	,690	1,000			
Fesdis	,600	,564	,467	,548	,650	,585	,533	,561	1,000		
Ain yagout	,531	,488	,444	,700	,605	,511	,500	,523	,806	1,000	
Batna	,529	,523	,541	,614	,440	,449	,500	,522	,478	,511	1,000

V.4.Discussion

La flore des champs de blé dur de la région est très diversifiée. Néanmoins, le nombre de 77 espèces fréquentes reste relativement réduit en comparaison avec les résultats trouvés par Hannachi et Fenni en 2013 sur différentes cultures et Boudjedjou et Fenni (2011) sur cultures maraîchères dans l'est d'Algérie et même à celle signalée par Zidane et al. (2010) et Tanji et Ait Lahj (2010) dans les champs céréaliers au Maroc.

Le déclin des espèces peut se traduire par la fréquence d'utilisation d'herbicides et par les pratiques agricoles (Boudjedjou et Fenni, 2011). La faible diversité peut s'expliquer par le fait que ces dernières sont des cultures hors-assolement et occupent le sol pendant plusieurs années, contrairement aux cultures soumises à l'assolement (KaziTani *et al.*, 2010). Il est à noter que les champs de blé qui ont fait l'objet de notre étude sont soumis à un traitement intensif d'herbicides. Bigler et Albajes (2011) ont dénoté que la pulvérisation globale de glyphosate sur les cultures (GMTH) génétiquement modifiées et tolérantes aux herbicides entraîne une réduction de la biomasse des mauvaises herbes et une diminution de l'abondance des arthropodes, y compris des espèces utiles. De même Schütte (2003) signale que les herbicides ont joué un rôle prédominant dans la dégradation de la biodiversité.

La tendance de la supériorité numérique des *Asteraceae*, *Poaceae*, *Apiaceae* et *Brassicaceae* au niveau de la flore adventice régionale a été constatée par Hannachi et Fenni (2011), Kazi-Tani *et al.* (2010), Fertout Mouri (2018) et même par Chafik *et al.* (2013), Zidane *et al.* (2010) dans la région marocaine, dans l'ensemble ces familles occupent les premiers rangs de la flore nationale (Quezel et Santa, 1963) et Maghrébine (Chafik *et al.* 2013). La forte représentativité des dicotylédones suivie des monocotylédones a été observée dans tous l'agro système, cette dominance des dicotylédones est signalée par plusieurs auteurs Mangara *et al.* (2010), Zidane *et al.* (2010) et Chafik *et al.* (2012), Cependant, le spectre éthologique comporte toujours une part importante des thérophytes suivie des hémicryptophytes et géophytes. Cette tendance est similaire aux recherches effectuées sur les cultures maghrébine et africaine (Mangara *et al.* 2010 ; Zidane *et al.* 2010 ; Boudjedjou et Fenni, 2011 et Bassence *et al.*, 2012). Par ailleurs Taleb *et al.* (1997) ont signalé que les techniques culturales utilisées facilitent leur développement par rapport aux autres types biologiques. Alors que le groupe d'hémicryptophytes peut passer d'un type à un autre suivant les conditions de leur développement (Kazi Tani *et al.* 2010). De nombreux auteurs (Braun – Blanquet et Maire, 1924; Zohary, 1962; Quézel, 1965; Daget, 1980) cités par Aidoud *et al.* (1999), lient le phénomène de thérophytisation à la sécheresse d'été sous climat méditerranéen. En outre,

Floret *et al* (1992) signalent que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les thérophytes y prennent de l'importance. Selon Kadi-Hanafî (2003) le nombre de thérophytes progresse tandis que celui des hémicryptophytes et des géophytes régresse avec l'aridité et l'ouverture du milieu.

A partir de la combinaison abondance-dominance des espèces et leurs fréquences, Il apparaît que 36 espèces agronomiques pouvant être nuisibles dans l'agrosystème des céréales de 11 sites choisis dans la région de Batna. Les sept principales espèces sont : *Avena sterilis*, *Malva sylvestris*, *Lolium multiflorum*, *Hordeum murinum* , *Bromus rubens* , *Anacyclus clavatus* et *Lolium rigidum* sont majoritairement représentées par les thérophytes à forte capacité d'infestation et de propagation dans toutes les stations échantillonnées et qui ne sont pas détruites par les herbicides classiquement utilisés. Zidane *et al.* (2010) ont constaté que *Avena sterilis*, *Lolium multiflorum* et *Lolium rigidum* restent les espèces les plus nuisibles dans les champs de céréales marocains. Cependant les espèces vivaces nuisibles sont bien représentées par le *Convolvulus*. Ces géophytes sont des modes de reproduction végétative sous forme de tubercule ou de bulbe qui leur permet de se maintenir dans les champs même après les opérations culturales (Bassence *et al.*,2012).

Conclusion

Le site d'étude se distingue par une diversité floristique composée par 77 espèces appartenant à 23 familles et 67 genres .Les familles les mieux représentées sont les *Asteraceae*,*Poaceae* *Apiaceae*. Ces troisfamilles détiennent presque 50 % de la richesse totale .Le spectre biologiqueest typique de l'ambiance bioclimatique méditerranéenne avec uneprédominance des thérophytes (69%), des hémicryptophytes (25%) et desgéophytes (6%).

L'indice de similitude de Jaccard montre qu'il existe des ressemblances élevées entre Fesdis et Ain Yagout d'une part et entre Seriana et Djerma d'autre part. La station de Batna présente un indice plus faible ce qui montre le site a une richesse floristique différente des autres stations.

Introduction

Les communautés végétales sont en partie régies par les interactions entre espèces. Il existe deux modalités d'interactions entre les plantes. Les relations de facilitation représentant l'effet positif d'une espèce sur d'autres espèces, comme la protection contre l'herbivore (en abritant l'espèce menacée) ou les associations symbiotiques. Les interférences négatives peuvent être directes, c'est à dire de plante à plante (compétition, allélopathie). La compétition est un processus qui a lieu lorsque les plantes utilisent des ressources communes comme l'eau, les nutriments ou la lumière, leur demande combinée en ressources est supérieure à la quantité disponible. L'allélopathie (ou interactions chimiques entre les plantes) a souvent été considérée comme une part de la compétition ou complètement ignorée (Deschenes 1973, Lockerman *et al.* 1981). Actuellement, ces deux mécanismes sont bien différenciés et sont généralement regroupés sous le terme d'interférences négatives. Les effets de ces interactions dépendent des facteurs physiques environnementaux et de la combinaison entre la compétition pour les ressources, les composés allélopathiques émis dans l'environnement et les facteurs de facilitation. Ces mécanismes peuvent être interdépendants, il est donc difficile d'évaluer les effets de chaque mécanisme expérimentalement (Callaway *et al.* 1991 et Weidenhamer *et al.* 1989). Les plantes subissant les effets d'une autre plante sont appelées plantes cibles ou receveuses. Les plantes cibles peuvent réagir différemment face aux actions de leurs plantes voisines, cela peut donc avoir de l'effet sur la composition des communautés et la coexistence des espèces (Inderjit *et Callaway*, 2003). Jusqu'à présent, aucune étude n'a pris en compte tous les facteurs compétitifs. La connaissance de l'allélopathie est nécessaire car elle peut être impliquée dans la hiérarchie d'aptitude compétitive des espèces et influencer leur stratégie (Liancourt, 2005).

Objectif

Ce travail réalisé dans une serre en plastique a pour objectif d'étudier l'effet nuisible par compétition de 14 espèces adventices sur les caractéristiques morphologiques et agronomiques de deux variétés de blé dur, ces espèces ont été choisies en fonction de leur indice partiel de nuisibilité supérieur ou égale à 500 (14 espèces parmi les 77 recensées dans l'inventaire), à savoir : *Bromus rubens*, *Hordeum murinum*, *Lolium multiflorum*, *Muscari comosum*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, *Melilotus indicus*, *Chenopodium album*, *Raphanus raphanistrum*, *Bunium pachypodium*, *Phalaris paradoxa*, *Silybum marianum*.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

Avena fatua et *Avena sterilis* tout en mentionnant que la croissance des jeunes plantules des deux espèces : *Papaver rhoeas* et le *Bunium pachypodium* est arrêtée dès le stade apparition des feuilles typiques de l'espèce.

VI.1. Matériel biologique

VI.1.1. Plante cultivée : ils s'agit de deux variétés de blé dur (WAHA et VITRON), les semences ont été fournis par la coopérative des céréales et des légumes secs (C.C.L.S Batna). Les caractéristiques morphologiques et culturales de ces deux variétés sont présentés dans le tableau 17

Tableau 17 : Origine et caractéristiques des variétés utilisées

Variétés	Origines et caractéristiques
VITRON	La variété Vitron est une obtention du CIMMYT (Mexique) et largement cultivée en Espagne. Elle a été introduite en Algérie par l'ITGC en 1986 et sélectionnée au niveau de la station expérimentale de Tiaret (Haut Plateaux de l'Ouest). C'est une variété semi-précoce, à tallage moyen. Elle est productive (50 à 60 q/ha en sec) et présente un épi fertile (50 à 60 grains/ épi) et un gros grain, assez sensible à la rouille brune (CNCC-OAIC, 2006).
WAHA	La variété Waha est aussi une obtention CIMMYT (1979) et introduite en Algérie de l'ICARDA par l'ITGC. Elle est précoce, à paille courte et a un poids du grain élevé. précoce, tallage moyen à fort mieux adaptée aux régions arides et semi-arides, bonne productivité. Elle est sensible à la rouille brune, au piétin- échaudage et à la compétition des adventices (CNCC-OAIC, 2006).

VI.1.2. Mauvaises herbes : Pour notre expérimentation, nous avons choisie 14 espèces de mauvaises herbes, parmi les 77 espèces inventoriées dans les champs de blé dur de la région de Batna . Ces espèces adventices sont considérées comme nuisibles pour la culture de blé dur. Leurs choix se fait en fonction de leur indice partiel de nuisibilité et ainsi de la disponibilité de ses graines dans le champ . De ce fait, nous avons suivi les étapes suivantes :

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

1^{ère} étape : Sortie sur terrain et choix des champs de blé dur en fonction de leur richesse floristique en mauvaises herbes. Les sorties ont été effectuées durant la période allant de 15 Juin à 31 Aout pour le ramassage des graines. Il est important de signaler que le choix des plantes à échantillonnées est lié au stade de maturation complète des graines.

2^{ème} étape : Collecte des échantillons de plantes en graines et conservation (figure 20).

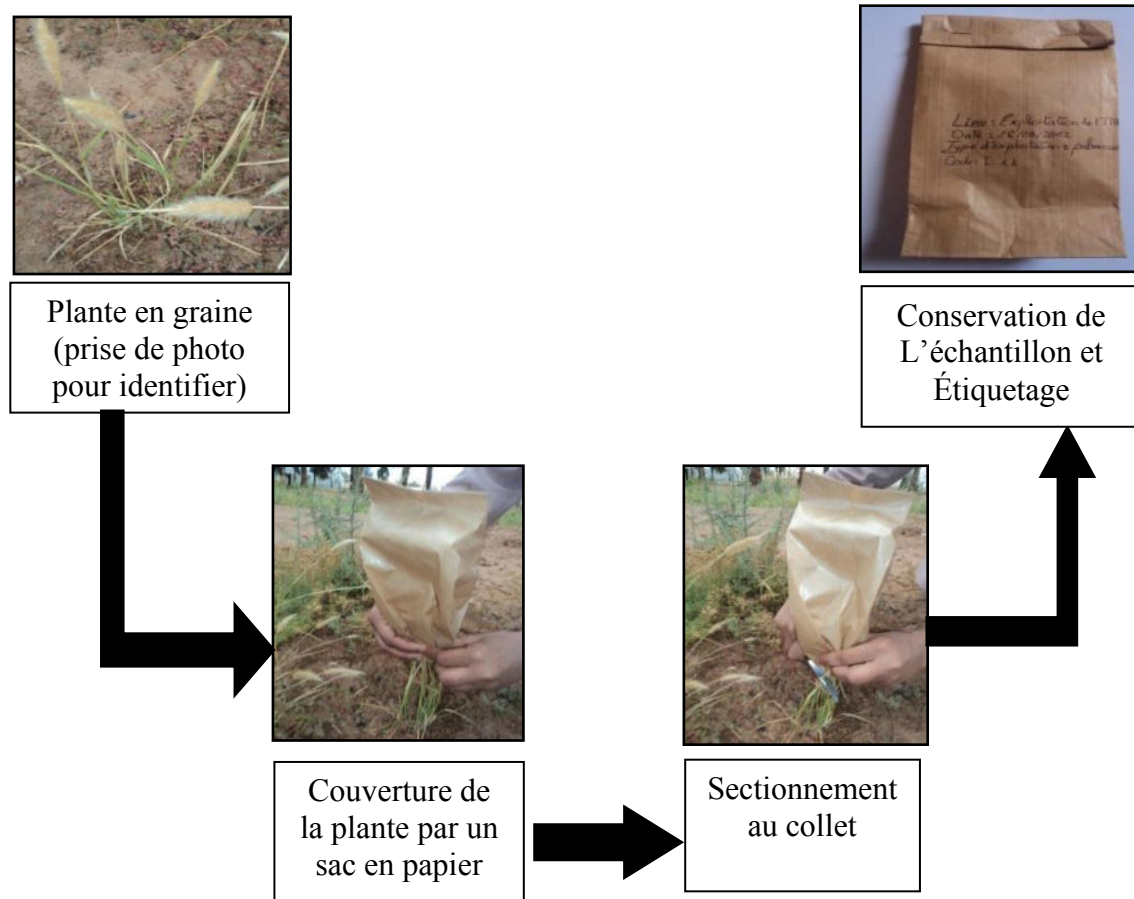


Figure 21 : Les différentes étapes d'échantillonnage et de conservation

Les caractéristiques morphologiques et écologiques des espèces de mauvaises herbes choisies sont illustrées dans le tableau 18.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

Tableau 18 : Caractéristiques morphologiques et écologiques des mauvaises herbes choisies

Caractéristiques morphologiques					
Adventice	Tige (cm)	feuilles	Fleurs	fruits	Famille
1- <i>Bromus rubens</i>	20 à 60	Ciliées	Panicules	Caryopses	Poaceae
2- <i>Hordeum murinum</i>	10 à 40	Velues	Epis	Caryopses	Poaceae
3- <i>Lolium multiflorum</i>	40 à 120	Aiguës	Epis	Caryopse	Poaceae
4- <i>Muscari comosum</i>	30 à 70	Linéaires	Grappes	Capsules	Liliaceae
5- <i>Malva sylvestris</i>	30 à 50	Alternes isolé	Fascicules	Capsules	Malvaceae
6- <i>Papaver rhoeas</i>	15 à 60	Divisée	Dimère	Capsules	Papavéraceae
7- <i>Medicago hispida</i>	15 à 60	Arrondie	Grappes	spiralée	Fabaceae
8- <i>Chenopodium album</i>	10 à 60	Ovales	Réunies en épis	Akènes	Chenopodiaceae
9- <i>Raphanus raphanistrum</i>	30 à 60	Divisées	Dimère	Siliques	Brassicaceae
10- <i>Bunium incrassatum</i>	30 à 80	Divisée	Ombelles	Akènes	Apiaceae
11- <i>Phalaris paradoxa</i>	20 à 120	Vrillées	Epis	Caryopses	Poaceae
12- <i>Silybium marianum</i>	40 à 150	Alterne	Solitaires	Akènes	Astéraceae
13- <i>Avena fatua</i>	60-150	Ciliées	Panicules	Caryopses	Poaceae
14- <i>Avena sterilis</i>	30 à 60	Panicule	Panicules	Caryopses	Poaceae
Caractéristiques écologiques					
adventice	sol	Floraison		Germination	
1- <i>Bromus rubens</i>	Limono-argileux	Mai à Aout		Automne-printemps	
2- <i>Hordeum murinum</i>	Tous les sols	Avril à septembre		Automne-printemps	
3- <i>Lolium multiflorum</i>	Tous les sols	Mai à septembre		Printemps	
4- <i>Muscari comosum</i>	Calcaires	Mi-mai à juillet		Automne-printemps	
5- <i>Malva sylvestris</i>	Nombreux sols	Mai à octobre		Printemps – Eté	
6- <i>Papaver rhoeas</i>	Argilo - calcaires	Mai à juillet		Printemps	
7- <i>Melilotus indicus</i>	Tous les sols	Avril - juillet		Automne-printemps	
8- <i>Chenopodium album</i>	Tous les sols	Juillet à septembre		Printemps	
9- <i>Raphanus raphanistrum</i>	Argilo-limoneux	Mai à octobre		Printemps – Eté	
10- <i>Bunium pachypodium</i>	Tous les sols	Mais à octobre		Printemps – Eté	
11- <i>Phalaris paradoxa</i>	Limono-argileux	Mai à Aout		Automne-printemps	
12- <i>Silybium marianum</i>	Argileux	Mai à Juin		Automne	
13- <i>Avena fatua</i>	Limono-argileux	Mai à Aout		Automne-printemps	
14- <i>Avena sterilis</i>	Argilo-calcaires	Mai à Juin		Automne-printemps	

(Source : ITGC, 1976 ; Tela botanica, 2018)

VI.2.Méthodologie de travail

VI.2.1.Préparation de la serre et nettoyage des pots

Après l'installation de la serre, un déchaumage a été réalisé pour éliminer les résidus de la culture précédente ainsi que et les mauvaises herbes, suivie par le nettoyage et l'étiquetage des pots selon les différents traitements étudiés.

VI.2.2.Préparation du substrat de semis et constitution des pots de culture

Le sol utilisé pour les préparations de semis provient de la station expérimentale de l'institut des sciences vétérinaires et sciences agronomiques de l'université Hadj Lakhdar .Il est caractérisé par une texture limono-argileuse, un pH neutre 7,41 et une conductivité électrique de 0,78dm/m. Le taux de la matière organique est moyennement élevé 6,34% (Baize, 2000).Le sol est tamisé pour éliminer les gros cailloux et les pierres. Le substrat (1/3 fumier + 2/3 sol) a été réparti dans des pots de 5 kg. A la base de chaque pot une couche de gravier (1-2 cm) est déposée au fond pour faciliter le drainage de l'eau d'irrigation. L'ensemble des pots ont été disposé dans la serre, une rotation des pots est faite de temps en temps pour que tous les pots bénéficient de lalumière.

VI.2.2.1.Arrosage des pots avant le semis (faux semis)

Selon Dutoit et *al.* (2001). Une phase de pré-germination a été effectuée pour éliminer toutes les interférences non désirées qui peuvent avoir lieu entre les adventices qui germent spontanément à partir du stock semencier du sol et l'adventice semée pour l'expérimentation. Nous avons commencé l'arrosage des pots à l'aide d'un arrosoir de jardinier chaque jours pendant 15 jours, après cette période les graines contenues dans le substrat mise en pots, germent spontanément et de manière abondante, sont éliminées quotidiennement.

VI.2.2.2.Semis de phytomètre, l'intra spécifique et l'inter spécifique

Les mauvaises herbes entrent en compétition avec les plantes cultivées pour l'eau , les éléments fertilisants , l'espace et la lumière et leurs dégâts causés sur le rendement , c'est dans ce contexte s'insère notre expérimentation qui a pour objectif d'étudier le premier aspect de nuisibilité : la concurrence entre les mauvaises herbes et la plante cultivée , qu'exerce les 14 espèces d'adventices sur les caractères morphologiques et agronomiques de deux variétés de

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

blé dur (WAHA et VITRON) . Pour réaliser cette expérience de nous avons suivie la méthodologie de Dutoit *et al.* (2001).Les traitements étudiés sont :

- a- le phytomètre (un seul plant de blé dur au centre) ;
- b- l'intra spécifique (un seul plant de blé dur au centre entouré par quatre plants de même espèce)
- c- Inter- spécifique (un seul individu de blé + quatre individus de l'espèce adventice testée)

Le **phytomètre** des deux variétés a été semé au centre du pot en excès (dizaine de graines de blé dur). Au stade d'apparition de la première feuille, les individus excédentaires ont été enlevés pour conserver un unique individu au centre.

Pour le semis de l'**intra spécifique**, on a laissé un seul individu au centre, entouré par quatre autres individus pour les des deux variétés de blé dur. Trois répétitions pour chaque traitement et pour chaque variété.

Pour le traitement inter **spécifique** le semis à été effectué le 02-02- 2017. Pour chaque espèce adventice choisie : un seul individu de blé au centre de pots + quatre individus de l'espèce adventice testée. Ces graines ont été cultivées par pot à un angle de 90° les unes par rapport aux autres et par rapport au centre du pot (phytomètre) (Gaudet et Keddy 1998). Les graines d'adventices sont semées en excès de la même manière que pour le phytomètre. Pour chaque adventice, 3 répétitions sont utilisées : 3 x (1 phytomètre + 4 adventices). Au total nous avons **96** pots ont été utilisés pour l'expérimentation, 84 pour les 14 mauvaises herbes testées, 6 pour le témoin et 6 pour la compétition intra-spécifique.

VI.2.2.3.Irrigation

L'irrigation se fait à l'aide d'un arrosoir de jardinier, selon les besoins de la culture durant toute l'expérimentation. Les gouttelettes d'eau doivent être fines pour ne pas risquer de faire ressortir les graines au début de semis. La quantité d'eau d'irrigation est calculée à partir de la capacité de rétention du sol qui est de l'ordre de 500 ml par irrigation et par pot tout en respectant les besoins de la culture durant tout le cycle végétatif.

VI.2.3. Dispositif expérimental

L'essai est conduit bloc factoriel à trois répétitions. La variété comme premier facteur et l'espèce adventice comme second facteur. Au total nous avons 72 pots (six pots pour les phytomètres, six pour les intra spécifiques et les 84 pots pour les inters spécifiques (blé +adventice) (Figure 22 et 23).

VI.2.4. Paramètres suivis

VI.2.4.1. Effet des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques de la culture

VI.2.4.1.1. Hauteur de la plante : A l'aide d'une règle graduée on mesure la longueur de chaque plant dans les différents traitements.

VI.2.4.1.2. Nombre de talles : nous avons compté le nombre de talles dans chaque traitement.

VI.2.4.1.3. Nombre d'épis par plant : Le nombre d'épis par plant est comptabilisé en pleine floraison dans chaque pot.

VI.2.4.1.4. Longueur d'épis par plant :

VI.2.4.1.5. Production de matière sèche totale (biomasse aérienne gr /plant)

Tous les individus sont coupés à 1cm du collet. Les différents caractères morphologiques sont mesurés sur le matériel frais avant séchage des échantillons à l'étuve jusqu'à poids constant pour les mesures de biomasses sèches (65°C pendant environ 48 heures selon les organes végétaux (Gerbaud, 2002). Ce paramètre a été mesuré au stade maturité complète de la plante

VI.2.4. 2. Effet des mauvaises herbes sur les caractères agronomiques de blé dur

VI.2.4.2.1. Nombre d'épis par plant : le nombre d'épis par plant est comptabilisé en pleine floraison dans chaque pot et pour chaque traitement.

VI.2.4.2.2. Nombre de grains par épi : le nombre de grains par épi est comptabilisé en pleine maturité dans chaque pot et pour chaque traitement.

VI.2.4.2.3. Rendement en grains (gr /plant) : On calcule le nombre de grain produit par épi afin de calculer le rendement théorique par la formule suivante :

$$\text{Rendement théorique} = \text{NE/Plt} \times (\text{NGE} \times \text{PMG})$$

NE /Plt : Nombre d'épis par plant

NGE : Nombre de grains par épi

PMG : Poids moyen d'un grain en gramme

VI.2.5. Outil statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de variance (ANOVA) par le logiciel R version 3.6.1 à l'aide du test de Newman et Keuls au seuil de signification 5 %.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

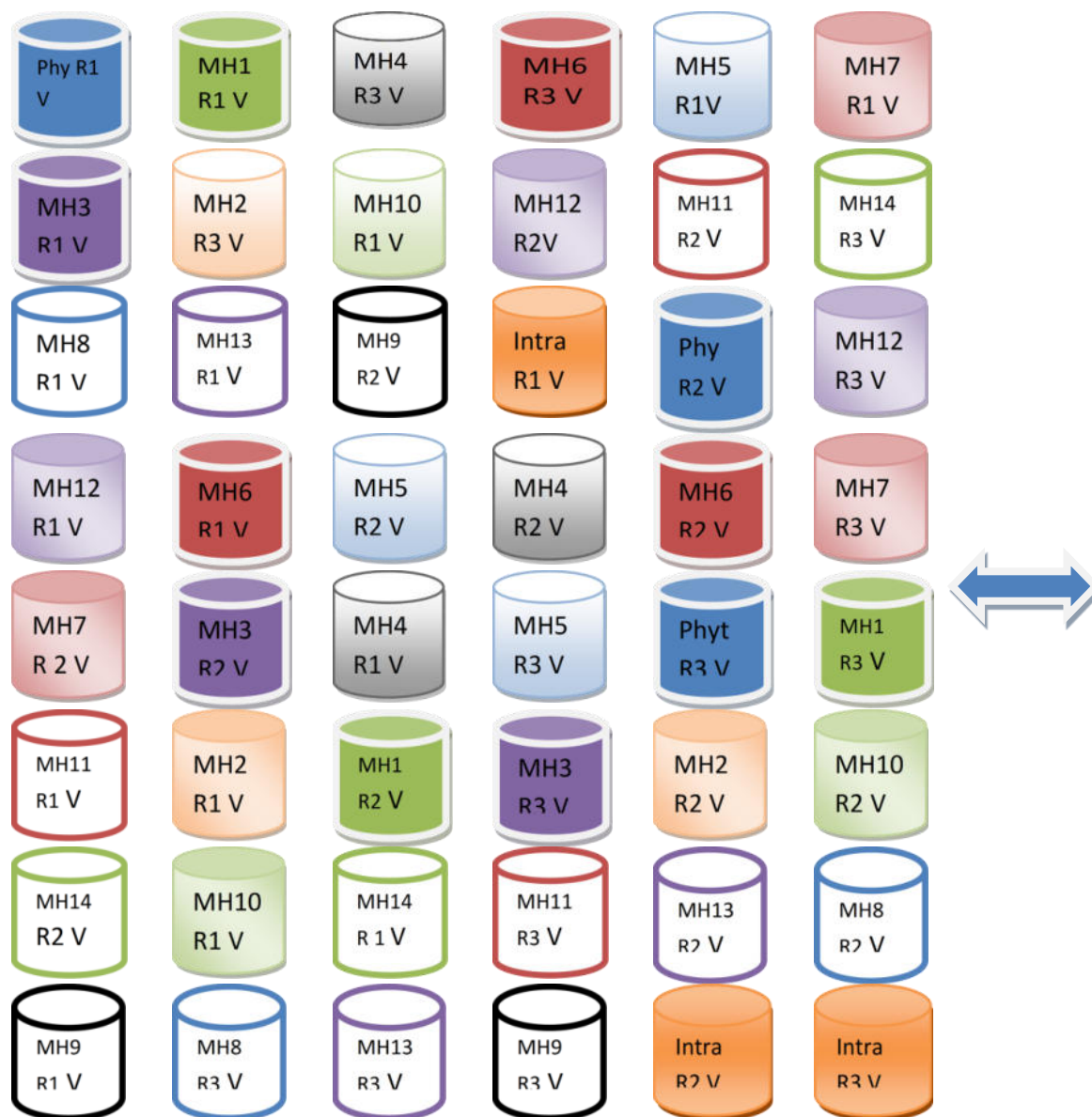


Figure 22 : Dispositif expérimental

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé



MH : Mauvaise herbe

1- <i>Bromus rubens</i>	8- <i>Chenopodium album</i>
2- <i>Hordeum murinum</i>	9- <i>Raphanus raphanistrum</i>
3- <i>Lolium multiflorum</i>	10- <i>Bunium incrassatum</i>
4- <i>Muscari comosum</i>	11- <i>Phalaris paradoxa</i>
5- <i>Malva sylvestris</i>	12- <i>Silybium marianum</i>
6- <i>Papaver rhoeas</i>	13- <i>Avena fatua</i>
7- <i>Medicago hispida</i>	14- <i>Avena sterilis</i>

V : variété Vitron

W : variété Waha

Phyt V: Phytomètre de la variété Vitron

Phyt W: Phytomètre de la variété Waha

Figure 23 : Détail d'une seule répétition du dispositif expérimental

VI.3. Résultats

VI.3.1. Effet des mauvaises herbes sur les caractères morphologiques de blé dur

VI.3.1.1. Effet sur la hauteur finale de la plante

L'examen de la figure 24, qui représente, l'effet des différentes espèces de mauvaises herbes sur la longueur finale des deux variétés de blé dur, révèle que la meilleure hauteur est enregistrée chez la variété VITRON avec une moyenne de 43,98 cm, quel que soit l'espèce adventice étudiée. Le phytomètre affiche la meilleure hauteur, suivie par le traitement intraspécifique (un plant de blé au centre entouré par 4 plants de même espèce et de la même variété) avec respectivement 52,588 et 49,92 cm. L'interspécifique (un seul plant de blé + 4 plants de mauvaises herbes) affiche une hauteur moyenne de 49,92 cm. Toutes les espèces de l'interspécifique diminuent significativement ce paramètre, mais cette diminution varie d'une espèce à une autre à titre d'exemple un blé associé avec *A. sterilis* et *L. multiflorum* affiche des longueurs plus faibles (35,42 et 35,33 cm respectivement). Le traitement blé dur combiné avec l'ail sauvage (*M. comosum*), l'orge des rats (*H. murinum*) et chénopode blanc (*Ch. album*) enregistrent une moyenne d'environ 43 cm (tableau 19).

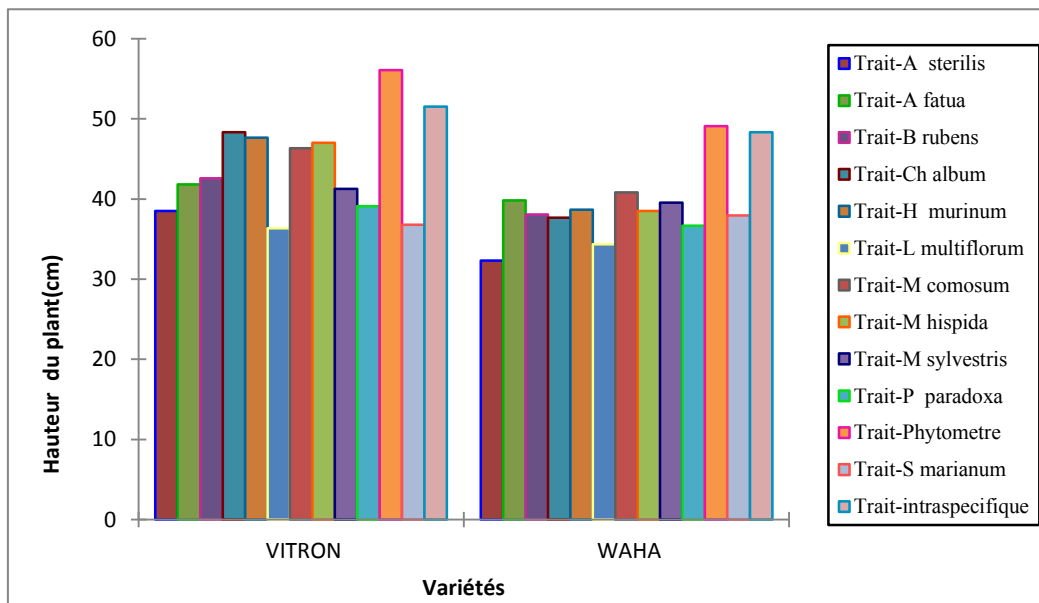


Figure 24 : Effet des mauvaises herbes sur la hauteur finale de la plante

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé

L'analyse de la variance à l'aide du logiciel R montre qu'il ya une différence très hautement significative entre le facteur variété ainsi que pour le deuxième facteur (tableau annexe 1). La comparaison des moyennes à l'aide de test de Newman et Keuls au seuil de signification 5% fait apparaître deux groupes homogènes pour les variétés. La variété VITRON gagne le groupe A et deux groupes pour le facteur mauvaises herbes: le phytomètre et l'intra spécifique dans le groupe (a) et l'interspécifique dans le deuxième groupe (b) toutes espèces adventices confondues.

Tableau19 : Classement des groupes homogènes (test Newman Keuls à 5%) du paramètre hauteur finale du plant

Modalité	Moyenne	Groupes		
Phytomètre	52.588	A		
Intra spécifique	49.923	A	B	
<i>M comosum</i>	43.583		B	C
<i>H murinum</i>	43.167		B	C
<i>Ch album</i>	43.000		B	C
<i>M hispida</i>	42.750		B	C
<i>R raphanistrum</i>	41.333			C
<i>A fatua</i>	40.833			C
<i>M sylvestris</i>	40.387			C
<i>B rubens</i>	40.322			C
<i>P paradoxa</i>	37.883			C
<i>S marianum</i>	37.358			C
<i>A sterilis</i>	35.417			C
<i>L multiflorum</i>	35.333			C

VI.3.1.2. Effet des différents traitements sur le nombre de talles/plant

L'observation de la figure 25 et le tableau 20 indiquent que le nombre de talles le plus élevé est enregistrée avec les traitements : phytomètre et intra spécifique avec des moyennes respectives de 5.92 et 5 talles/plant. Ce paramètre diminue dans l'inter spécifique et en présence de toutes les espèces adventices. Le nombre de talles varie de 2.83 talles par plant dans un blé associé avec le brome rougeâtre jusqu'à une moyenne de 1.33 talles/plant chez un blé associé par les deux espèces le Ray Grass et l'avoine stérile. La variété VITRON produit plus de talles d'environ 3 talles/plant contre 2 talles/plant chez WAHA.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

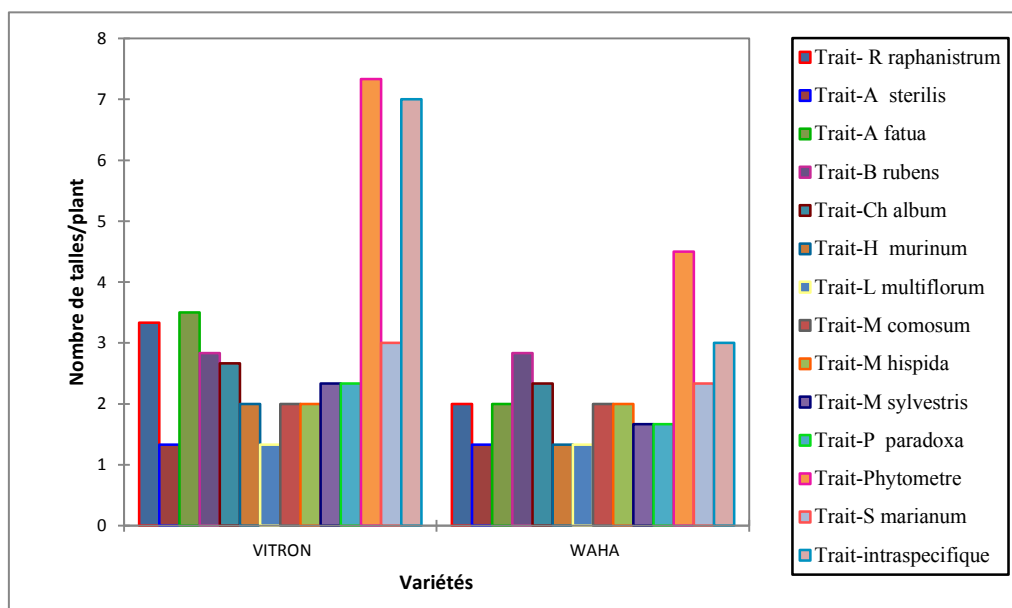


Figure 25 : Effet des différentes mauvaises herbes sur l'élaboration de talles

Tableau20 : Classement des groupes homogènes (test Newman Keuls à 5%) du paramètre nombre des talles par plant

Modalité	Moyenne	Groupes statistiques	
Phytomètre	5.917	A	
Intra spécifique	5.000	A	
<i>B rubens</i>	2.833		B
<i>A fatua</i>	2.750		B
<i>R raphanistrum</i>	2.667		B
<i>S marianum</i>	2.667		B
<i>Ch album</i>	2.500		B
<i>M comosum</i>	2.000		B
<i>M sylvestris</i>	2.000		B
<i>P paradoxa</i>	2.000		B
<i>M hispida</i>	2.000		B
<i>H murinum</i>	1.667		B
<i>L multiflorum</i>	1.333		B
<i>A sterilis</i>	1.333		B

L'analyse de la variance a montré qu'il ya des différences très hautement significatives pour la variété et les mauvaises herbes et hautement significative pour l'interaction (Prob=0,002 **)(tab. annexe 2) avec trois groupes statistiques .Le phytomètre et l'intra spécifique de la variété VITRON dans le groupe (a) .La variété WAHA concurrencée par : le *M.sylvestris*.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé

Ph.paradoxa, *H.murinum*, *L.multiflorum* et *A.sterilis* gagne le dernier groupe (C). Ces deux dernières espèces adventices agissent sévèrement sur la variété VITRON(C)(tableau 21).

Tableau 21: Taux de perte du nombre de talles en présence des adventices par rapport au phytomètre

Variétés	WAHA(b)			VITRON(a)		
	Nbre talles /plt	Groupe statistique	Perte %	Nbre talles /plt	Groupe statistique	Perte %
Phytomètre	4.500	B	00	7.333	A	00
Intra spécifique	3.00	BC	33,33	7.00	A	4,09
<i>M .comosum</i>	2.000	BC	55,55	2.000	BC	72,71
<i>H .murinum</i>	1.33	C	70 ,44	2.000	BC	72,71
<i>Ch .album</i>	2.333	BC	48,22	2.667	BC	63,71
<i>M .hispida</i>	2.000	BC	55,55	3.5	BC	52,25
<i>R .raphanistrum</i>	2.000	BC	55,55	2.00	BC	72,71
<i>A .fatua</i>	2.000	BC	55,55	3.500	BC	52,25
<i>M .sylvestris</i>	1.667	C	63,11	2.333	BC	68,21
<i>B .rubens</i>	2.833	BC	37,11	2.833	BC	61,39
<i>P .paradoxa</i>	1.667	C	63,11	2.333	BC	68,21
<i>S .marianum</i>	2.333	BC	48,22	3.000	BC	59,07
<i>A . sterilis</i>	1.33	C	70 ,44	1.333	C	81,85
<i>L .multiflorum</i>	1.33	C	70,44	1.333	C	81,85

VI.3.1.3.Effet sur le nombre de feuilles par plant

Le nombre de feuilles formées chez la variété VITRON est de l'ordre de 9,14 feuilles par plant toutes espèces adventices confondues comparativement à celles formées chez WAHA qui est de 5.41 feuilles /plant)(figure 26). En ce qui concerne les traitements utilisés. Le phytomètre affiche un nombre de 20.54 feuilles /plant suivi par l'intra spécifique 17.083. Ce nombre diminue pour atteindre uniquement 2 feuilles/plant chez un blé concurrencé par le *S.marianum*.

L'analyse de la variance révèle des différences très hautement significatives entre les variétés utilisées (Prob=1.32e-10 ***), les mauvaises herbes testées (Prob=< 2e-16 ***) et l'interaction (tableau annexe 3). La comparaison des moyennes dégage deux groupes pour la variété (VITRON groupe a). Six groupes pour le deuxième facteur : le phytométrie dans le groupe (a). L'intra spécifique (b) et toujours le *S.marainum* en dernier groupe(g)(tableau annexe 4).

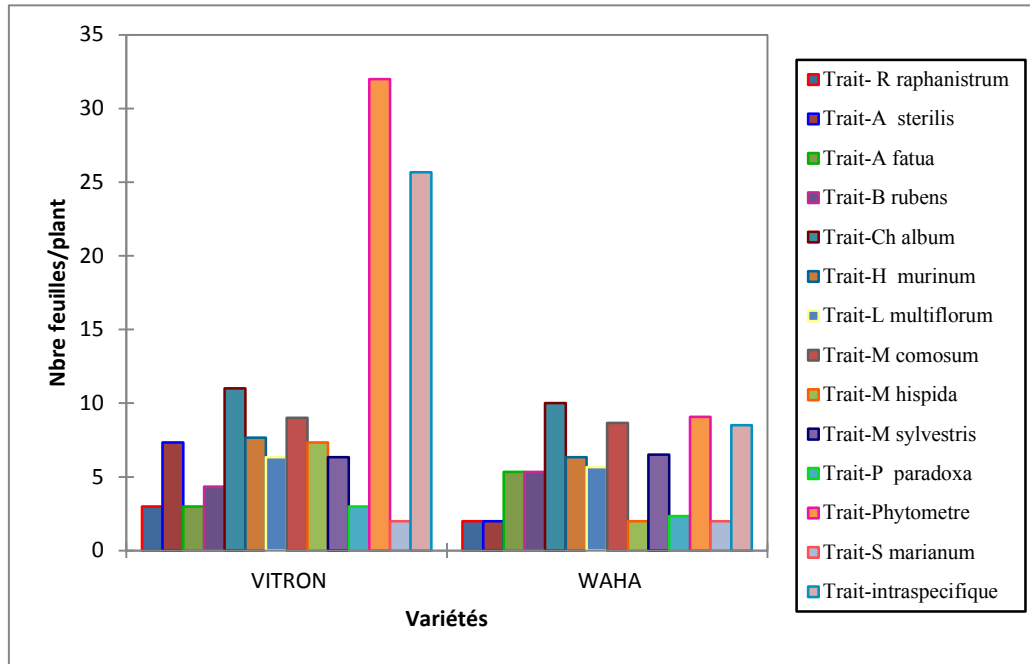


Figure 26: Effet des différents traitements sur le nombre de feuilles par plant

VI.3.1.4. Effet sur la longueur de l'épi

En analysant les résultats de la longueur moyenne de l'épi pour tous les traitements étudiés. Nous notons que l'épi de la variété VITRON est plus long (8.27cm) par rapport à la variété WAHA (5.46cm) quel que soit la mauvaise herbe testée dans la majorité des traitements. Le phytomètre affiche une longueur d'épi élevée environ 13.76cm suivi par l'intra spécifique (12.42cm) quel que soit la variété utilisée (figure 27 et tableau 22). En outre la présence de l'espèce adventice affaiblit significativement le paramètre longueur d'épi et cette influence varie d'une espèce à une autre où il est clairement illustré surtout dans un blé concurrencé avec *A. sterilis*, *S. marianum* et *L. multiflorum* avec des taux de pertes respectivement de : 75.80 ; 79.43 et 83.65% par rapport au phytomètre (un plant de blé). Cette perte de longueur induit par la suite à une diminution dans l'élaboration de rendement grains.

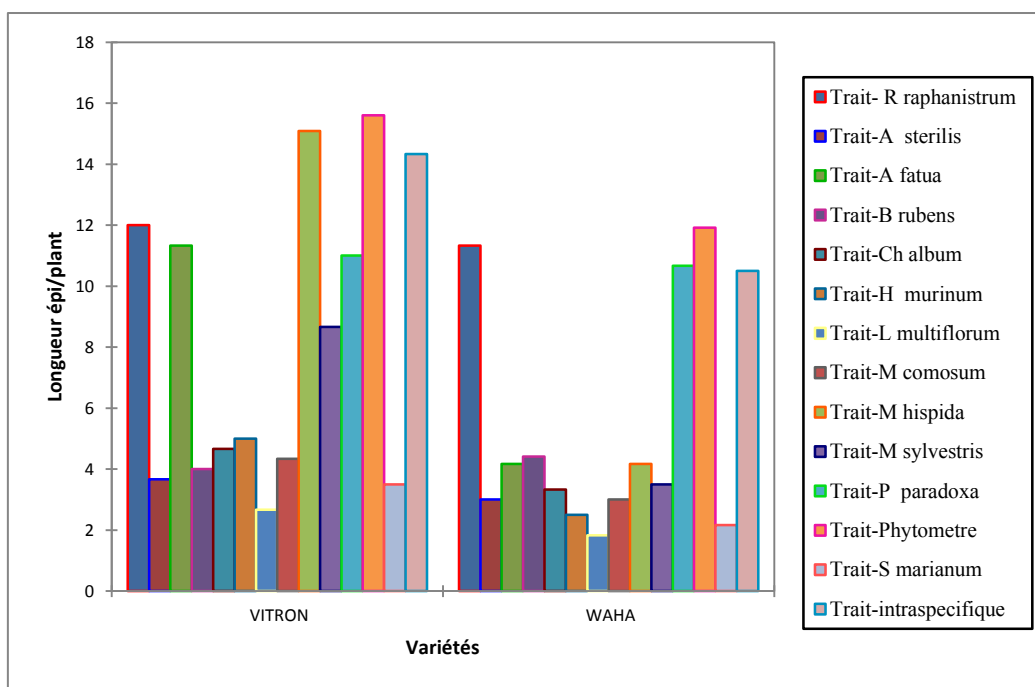


Figure27 : Effet des mauvaises herbes sur la longueur épi/plant

Tableau 22 : Classement des moyennes des différents traitements à l'aide de SNK

Modalité	Moyenne	Groupes	%perte
Phytomètre	13.758	A	00
Intra spécifique	12.417	B	9,75
<i>R .raphanistrum</i>	11.667	BC	15,26
<i>P .paradoxa</i>	10.833	C	21,29
<i>M .hispida</i>	9.625	D	30
<i>A .fatua</i>	7.750	E	43,68
<i>M .sylvestris</i>	6.083	F	55,8
<i>B .rubens</i>	4.208	G	69,4
<i>Ch. album</i>	4.000	G	70,93
<i>H .murinum</i>	3.750	G	72,75
<i>M .comosum</i>	3.667	G	73,4
<i>A .sterilis</i>	3.333	GH	75,8
<i>S. marianum</i>	2.833	GH	79,43
<i>L.multiflorum</i>	2.250	H	83,64

VI.3.1.5. Effet des différentes espèces d'adventices sur l'élaboration de la biomasse aérienne

La figure 28, représente la biomasse aérienne (tige, feuilles et fruits avec graines) produite dans les différents traitements : phytomètre, intra spécifique et l'interspécifique pour chaque espèce adventice. La quantité de matière sèche produite est enregistrée chez le phytomètre avec une moyenne de 15.80gr/plant suivi par l'intra spécifique (14.54gr/plant)(tab.22). Nos résultats montrent que les capacités de compétition varient d'une espèce à une autre. Par exemple la quantité de biomasse produite par un blé concurrencé par le *R.raphanistrum* est de l'ordre de 13.723gr/plant, contrairement à celle produite par un blé semé avec *B.rubens* où on enregistre seulement 10.69gr/plant. La variété VITRON produit plus de matière sèche (3.29gr/plant et classée dans le groupe A) par rapport à la variété WAHA avec seulement 11.76gr/plant.

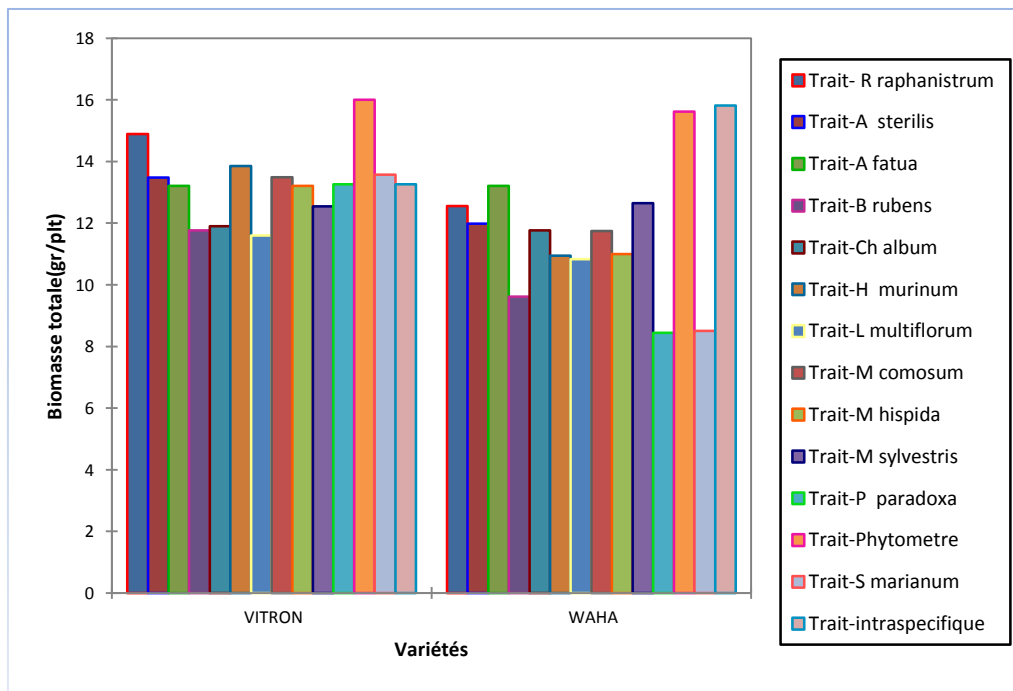


Figure 28 : Effet des mauvaises herbes sur l'élaboration de la biomasse totale

L'analyse de la variance de ce paramètre révèle des différences très hautement significatives entre le facteur variété (Prob=5.65e-06 ***) et le facteur mauvaise herbe (Prob=2.40e-07 ***) avec 4 groupe statistiques (tab. annexe 6). Le phytomètre est classé dans le groupe A. L'intra

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé

spécifique dans le groupe AB .et les trois espèces : *S.marainum*. *A.sterilis* et *B.rubens* en dernier groupe (D)(tableau 23).

Tableau 23 : Classement des groupes statistiques de la variable biomasse totale

Modalité	Moyenne	Groupes homogènes			
phytomètre	15.808	A			
Intra spécifique	14.538	A	B		
<i>R. raphanistrum</i>	13.723		B	C	
<i>A. fatua</i>	13.213		B	C	D
<i>P. paradoxa</i>	12.730		B	C	D
<i>M. comosum</i>	12.613		B	C	D
<i>M. sylvestris</i>	12.598		B	C	D
<i>H. murinum</i>	12.398		B	C	D
<i>M. hispida</i>	12.107		B	C	D
<i>Ch .album</i>	11.830			C	D
<i>L .multiflorum</i>	11.217			C	D
<i>S .marianum</i>	11.035				D
<i>A.sterilis</i>	10.855				D
<i>B .rubens</i>	10.692				D

VI.3.2. Effet des mauvaises herbes sur les caractères agronomiques de blé dur

VI.3.2.1.Effet sur le nombre d'épi par plant

Quand on a comparé le nombre d'épis dans les deux variétés WAHA et VITRON nous avons enregistré que la variété VITRON a le plus grand nombre d'épis dans tous les traitements avec une moyenne de 3 épis par plant quel que soit la mauvaise herbe testée. Le phytomètre et l'intra spécifique produisent plus d'épi (environ 5épi/plant). Afin de détecter l'impact des mauvaises herbes sur la formation d'épis chez les deux variétés de blé Waha et Vitron. Nous avons effectué une comparaison entre les valeurs de différents traitements interspécifiques avec le traitement phytomètre et intra spécifique, et on a enregistré la présence d'une baisse significative du nombre d'épis pour tous les traitements interspécifiques est surtout dans les traitements suivantes : *A.sterilis* et *S.marainum* avec seulement un épi/plant quel que soit la variété de blé dur utilisée.

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

Les résultats précédentes nous permettent de dire que les mauvaises herbes étudiées déprécie la formation d'épis qui est la composante la plus importante de rendement (Figure 29 ; tab 24).

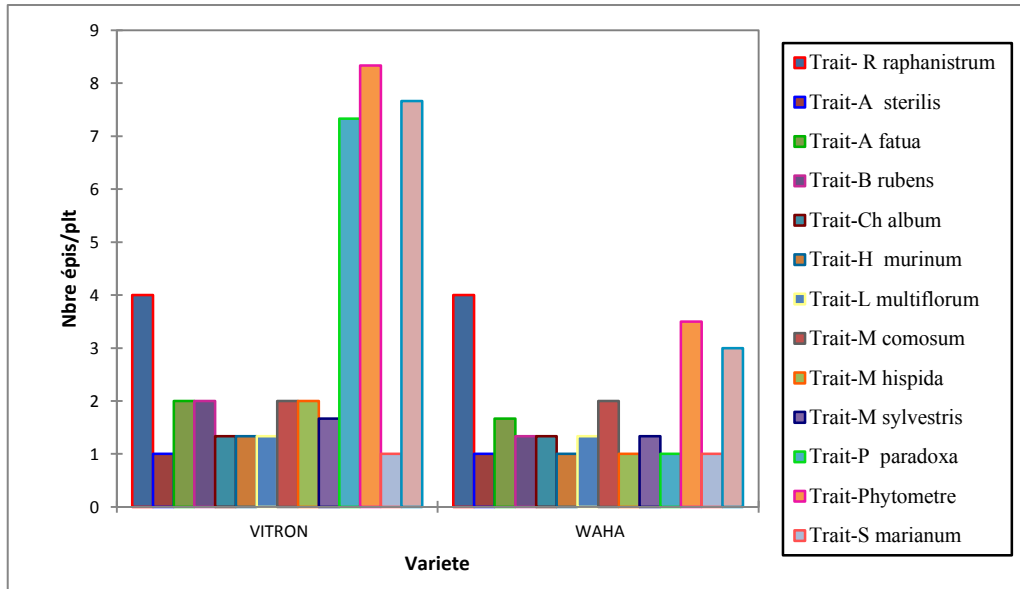


Figure 29: Effet des différents traitements sur le nombre d'épi par plant

L'analyse de la variance montre l'existence de différences très hautement significatives entre les variétés (prob=1.99e-12 ***), les espèces de mauvaises herbes (prob=< 2e-16 ***) ainsi que l'interaction (tableau annexe 8). La comparaison des moyennes à l'aide de test de Newman et Keuls au seuil de signification 5 % fait apparaître deux groupes pour le facteur variété. Trois groupes pour l'espèce adventice : le phytométre et l'intra spécifique dans le premier groupe (A). Le *P. paradoxa* et le *R. raphanistrum* dans le groupe (B), et les dix espèces restantes dans le groupe (C) (tab 24.)

Tableau 24: Classement des groupes statistiques de la variable nombre d'épi par plant

Modalité	Moyenne	Groupes		
Phytométre	5.917	A		
Intraspecificque	5.333	A		
<i>P. paradoxa</i>	4.167		B	
<i>R. raphanistrum</i>	4.000		B	
<i>M. comosum</i>	2.000			C
<i>A. fatua</i>	1.833			C
<i>B. rubens</i>	1.667			C
<i>M. sylvestris</i>	1.500			C
<i>M. hispida</i>	1.500			C

<i>Ch .album</i>	1.333			C
<i>L .multiflorum</i>	1.333			C
<i>H .murinum</i>	1.167			C
<i>A .sterilis</i>	1.000			C
<i>S .marianum</i>	1.000			C

VI.3.2.2.Effet sur le nombre grains par épi

Le nombre de grains moyen par épi varié de 24.64 pour la variété VITRON à 14.90 grains/épi toutes espèces adventices confondues .Pour le phytomètre ce nombre de grains /épi est de 34 .33 grains par épi et le blé concurrencé par blé ce nombre atteint 29.71grains/épi. Les résultats de l’effet des mauvaises herbes sur le paramètre nombre de grains par épi ont montré l’existence d’une baisse très significative de ce nombre dans tous les traitements interspécifiques en comparaison avec le traitement phytomètre. et surtout dans les associations suivantes *Ch.album*(12.17grains/épi) *.B .rubens*(11.66grains/épi) et *L.multiflorum* (10.667 grains/épi)(tableau25).

L’analyse de la variance a montré que les deux facteurs ont un effet très hautement significative .La variété avec deux groupes (1.14e-09 ***)et l’espèce de mauvaises herbes (4.02e-09 ***)(tab annexe 9)fait apparaitre trois groupes : le phytomètre et l’intra spécifique et un blé concurrence par *M.hispida* le dans le groupe (A).Les associations blé avec *Ch .album.B.rubens* et *L.multiflorum* gagnent le groupe (C)(Tab 25).

Tableau 25 : Classement des groupes statistiques de la variable grains par épi

Modalité	Moyenne	Groupes			
Phytomètre	34.338	A			
Intra spécifique	29.713	A			
<i>M .hispida</i>	29.333	A			
<i>R .raphanistrum</i>	25.500	A	B		
<i>A .fatua</i>	19.667		B	C	
<i>P .paradoxa</i>	19.500		B	C	
<i>M .comosum</i>	19.000		B	C	
<i>A .sterilis</i>	16.500		B	C	
<i>S .marianum</i>	16.500		B	C	
<i>H .murinum</i>	16.333		B	C	
<i>M .sylvestris</i>	15.917		B	C	
<i>Ch .album</i>	12.167				C
<i>B .rubens</i>	11.667				C
<i>L .multiflorum</i>	10.667				C

VI.3.2.3 .Effets compétitif des mauvaises herbes sur le rendement grains (gr/plant)

D'après les résultats présentés dans la figure 30 on a constaté que la présence des mauvaises herbes influe significativement le rendement grains qui est la composante la plus importante. Ce rendement varie de 1.77gr/plant dans le phytomètre pour atteindre la valeur la plus basse dans le traitement blé associé au chardon marie (*S.marainum*) avec 0.347gr/plant d'où une perte d'environ 80% par rapport au phytomètre. La variété VITRON est la plus productive (1.31gr/plant) que la variété WAHA (0.57gr/plant)(tableau 26).

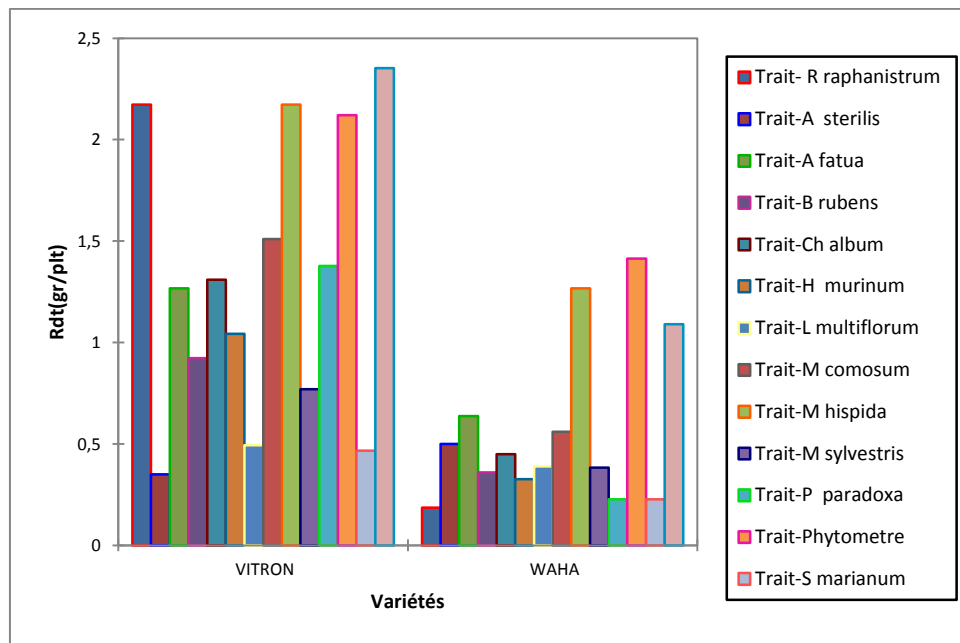


Figure30: Effet des différentes espèces de mauvaises herbes sur le rendement grains

L'analyse de la variance pour le rendement grains par plant révèle des différences très hautement significative pour la variété (Prob=3.28e-14 ***). les mauvaises herbes (Prob=1.64e-12 ***)et aussi pour l'interaction(Prob=0.000219***)(tab annexe11).La comparaison des moyenne dégage 4groupes statistiques pour le deuxième facteur .Le phytomètre. l'intra spécifique et blé +*M.hispida* dans le groupe(A).*R.raphanistrum* (groupe B).*M. comosum*, *A. fatua*.*Ch.album*. *P.paradoxa*.*H.murinum* .*B.rubens* et *M.sylvestris* dans le groupe (BCD).*L .multiflorum* . *A.sterilis* dans le groupe(CD) et enfin l'espèce *S.marainum* en dernier groupe(D)(tableau26).

Tableau 26 : Classement des moyennes du rendement grains (gr/plant)

Modalité	Moyenne	Groupes			
Phytomètre	1,767	A			
Intra spécifique	1,722	A			
<i>M .hispida</i>	1,720	A			
<i>R .raphanistrum</i>	1,180		B		
<i>M .comosum</i>	1,035		B	C	D
<i>A .fatua</i>	0,952		B	C	D
<i>Ch .album</i>	0,880		B	C	D
<i>P .paradoxa</i>	0,802		B	C	D
<i>H .murinum</i>	0,685		B	C	D
<i>B .rubens</i>	0,642		B	C	D
<i>M .sylvestris</i>	0,577		B	C	D
<i>L .multiflorum</i>	0,442			C	D
<i>A .sterilis</i>	0,425			C	D
<i>S .marianum</i>	0,347				D

Tableau 27 : Rendement en grains (gr/plant) et pertes enregistrées en fonction des différents traitements

Variétés	WAHA(b)			VITRON(a)		
	Rdt (gr/plt)	Groupe statistique	Perte %	Rdt (gr/plt)	Groupe statistique	Perte %
Phytomètre	1.41	BC	00	2.35	A	00
Intra spécifique	1.09	BCDE	22.85	2.12	A	9.78
<i>M .comosum</i>	0.56	CDE	60.28	1.51	B	59.57
<i>H .murinum</i>	0.33	DE	76.64	1.04	BCDE	55.74
<i>Ch .album</i>	0.45	CDE	68.08	0.55	CDE	76.6
<i>M .hispida</i>	1.27	A	10.14	2.17	A	7.65
<i>R .raphanistrum</i>	0.7	E	50.56	1.4	BC	40.42
<i>A .fatua</i>	0.64	BCDE	54.92	1.27	BCD	45.95
<i>M .sylvestris</i>	0.38	DE	72.9	0.77	BCDE	67.33
<i>B .rubens</i>	0.36	DE	74.52	0.92	BCDE	60.85
<i>P .paradoxa</i>	0.50	E	64.53	1.38	BC	41.27
<i>S .marianum</i>	0.23	E	83.93	0.47	CDE	80
<i>A .sterilis</i>	0.50	CDE	64 .6	1.31	BCD	79.38
<i>L .multiflorum</i>	0.39	DE	72.4	0.49	CDE	79.15

La présence des mauvaises herbes influe significativement le rendement grains .Cette diminution est exprimée en pourcentage de réduction (perte) .Ces pertes sont supérieures à 50% pour toutes les interactions et varient d'une espèce à une autre, par exemple, *S.marainum* est l'espèce la plus agressive pour la variété WAHA avec un taux de perte avoisinant 84%

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

suivie par *H. murinum* (76,6 %), *B. rubens* (74,5%), *M. sylvestris* (72,9 %) et *L. multiflorum* (72,4%)(tableau 2è).

Pour la variété VITRON ces réductions sont moins importantes avec toujours le chardon marie qui affaiblie le rendement (80% de perte) suivi par *A. sterilis* (79,38%), *L. multiflorum* (79,15%) et *Ch. album* (76,6%). Cela eut être expliqué que les variétés ne réagissent pas de la même façon vis-à-vis la concurrence des mauvaises herbes. Le *M. hispida* est une adventice qui appartient à la famille des légumineuses cela est expliqué par le fait que cette adventice capable d'utiliser l'azote atmosphérique dans ses nodosités, enrichit le sol en azote, qui est un élément de base pour le rendement. Ce bénéfice se traduit par le faible taux de perte qui ne dépasse pas 11% pour les deux variétés étudiées.

VI.4.DISCUSSION

La compétition pour l'eau, les éléments fertilisants, l'espace et la lumière, l'allélopathie et l'accélération de la sénescence des feuilles, sont en grande partie à l'origine de l'affaiblissement des plants, elle provoque également des changements de croissance, et de développement des plants (Florent, 2006). Les adventices ont tendance à ralentir le taux de croissance et à diminuer l'accumulation de la matière sèche (Tollenaar *et al.*, 1994 cité par Florent, 2006). Nos résultats montrent clairement que les capacités de compétition des végétaux, peuvent être prédites par la mesure de critères simples comme leurs caractéristiques morphologiques. Ces mesures appliquées à 12 adventices des champs des blés montrent que ce sont le nombre de talles, feuilles, longueur d'épi et la biomasse aérienne totale sont les plus affectées et dans une moindre mesure la hauteur finale du chaume. Les caractéristiques agronomiques : nombre d'épi par plant, grains par plant qui expliquent mieux l'aptitude à la compétition des adventices vis-à-vis les deux variétés de l'espèce cultivée. Le rendement grains apparaît comme le meilleur indicateur du pouvoir compétitif des adventices testés mais cet indicateur varie en fonction de la variété et de l'espèce adventice.

Bien que cette expérimentation a été réalisée à un seul niveau de densité et pour un sol donné. Ces résultats peuvent cependant être considérés comme représentatifs pour la majorité des champs cultivés en extensif dans le bassin méditerranéen (Barbero *et al.* 1984).

Ce résultat doit être relié avec le type d'écosystème testé où la compétition pour la lumière est très importante en liaison avec la morphologie de l'espèce domestique (blé). Il a été ainsi

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé

démontré que pour des sols riches en matières minérales. C'est la lumière qui devient la ressource critique (Tilman, 1988; Casper et Jackson. 1997).

La méthode de culture en compétition interspécifique mise en place pour des écosystèmes semi-naturels est donc parfaitement adaptable aux champs cultivés.

La méthode de mesure des caractéristiques morphologiques de blé dur en compétition interspécifique montre bien ici toute sa pertinence pour un diagnostic rapide des aptitudes compétitives de différentes espèces adventices. C'est une méthode facile à mettre en place et dont les résultats peuvent être généralisables à d'autres cultures selon le phytomètre testé. De même, cette méthode pourrait être généralisable pour des niveaux trophiques supérieurs car il semblerait que ce niveau n'affecte pas le statut des différentes espèces testées (Rösch *et al.* 1997).

Dans notre étude les adventices à fort développement (*S.marianum*, *A.sterilis* *L.multiflorum*, *M.sylvestris*, *Ch.album*, *B.rubens*) sont les espèces les plus compétitives vis-à-vis tous les paramètres morphologiques tandis que les trois espèces : *S.marianum*, *A.sterilis* et *L.multiflorum* influent sévèrement le rendement en grains où les pertes oseille entre 80-84% pour respectivement VITRON et WAHA.

Par rapport aux applications agronomiques, il est important de noter que ces adventices hauts avec une contribution de biomasse importante aux tiges affecteront significativement le rendement agricole du blé par une réduction de la taille et de la biomasse de l'épi ainsi que du nombre de graines qu'il contient. Au contraire dans le traitement interspécifique de *M.hispida* les pertes sont faibles et ne dépasse que 11%.

Chez les céréales, de nombreux travaux ont montré dans diverses conditions culturales que la biomasse aérienne joue un rôle déterminant dans l'élaboration du rendement en grains (Queltache, 1992 ; Meynard *et al*, 1988 ; Mansouri, 2002 et Zerari, 1992).

Les adventices ont tendance à ralentir le taux de croissance et à diminuer l'accumulation de la matière sèche (Tollenaar *et al*, 1994 *cité par* Florent, 2006). Dans les conditions de champ, l'augmentation du temps de présence des adventices tend à diminuer la hauteur, la surface foliaire et la biomasse sèche des parties aériennes (Hall *et al.* 1992 ; Evans *et al.*, 2003).

Les résultats montrent que les caractéristiques morphologiques des espèces adventices comme la biomasse des tiges présenteront des valeurs moindres (*R.raphanistrum* et *M.hispida*) leurs

Chapitre VI : Effet des espèces nuisibles sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur

capacités de compétition seront alors moins fortes vis-à-vis le nombre de grains par épi et le rendement grain. Les adventices dont l'appareil végétatif sera morphologiquement le plus proche de celui du blé (convergence de forme) tels que *A.sterilis* et *L.multiflorum* affecteront donc le plus son rendement agricole. D'autres travaux montrant le pouvoir compétitif important des espèces morphologiquement et génétiquement plus proches du blé comme les Poacées : *Bromus sterilis* (Firbank *et al.*, 1990) ou *Avena* sp (Marshall et Jain. 1969; Mamarot *et al.*. 1997). Le traitement blé associé avec le *M.hispida* (légumineuses) montre qu'il y a un effet bénéfique pour la culture de blé. Dans les associations de cultures céréale-légumineuse, les espèces associées établissent des interactions négatives (compétition) ou positives (facilitation et complémentarité de niche) pour exploiter les ressources du milieu. Les légumineuses établissent des relations symbiotiques avec des microorganismes du sol de la famille des rhizobiums qui sont capables de fixer l'azote atmosphérique grâce aux nodosités des racines et ainsi d'apporter à la plante une grande partie de ses besoins en azote. Cette faculté, qui est propre aux légumineuses, leur confère lorsqu'elles sont associées à des espèces non fixatrices d'azote comme les céréales la possibilité de mettre en jeu un processus de complémentarité de niche pour l'azote du milieu (Medds, 2014). Une quantité importante d'azote fixé par la légumineuse est transférée à la céréale pendant le temps de la culture associée, comme cela a été montré dans les prairies semées de ray-grass/trèfle. En effet, les légumineuses apportent au sol des composés organiques riches en azote tout au long de leur cycle par leurs racines. On peut supposer qu'une partie de cet azote peut être transférée à la céréale après minéralisation par les microorganismes du sol (Philippe, 2012).

Conclusion

L'application de la méthode de culture en compétition interspécifique, entre 12 adventices et blé dur, montre que la quasi-totalité des caractéristiques morphologiques et agronomiques sont affaiblies et que cette inhibition variée, d'une espèce à une autre, où on a trouvé que les graminées adventices (*A.sterilis*, *L.multiflorum* et le *B.rubens*) ont des capacités de concurrence élevées ainsi que les variétés testées ne réagissent pas de la même façon et on peut dire que la variété Vitron a un pouvoir compétitif important (tolère) vis-à-vis la présence de mauvaises herbes.

Introduction

La libération des composés allélochimiques se fait par exsudation racinaire, par volatilisation et par décomposition des résidus, aussi bien, dans les systèmes agricoles, que naturels (Pérez et al, 1991, Tsanuo *et al.*, 2003, Ferguson *et al.*, 2003),

Objectif

Cette partie traite le deuxième aspect de la nuisibilité directe des adventices la sécrétion des métabolites secondaires (substances allélochimiques), capables d'inhiber la croissance des plantes qui se trouve à leur voisinage, tout en testant l'effet inhibiteur des extraits aqueux de quatre espèces de mauvaises herbes considérées comme les plus nuisibles à cause de leurs effets dépressif, sur les caractères morphologiques, agronomiques, sur la germination et la croissance des jeunes plantules de blé dur déjà tester dans le chapitre précédent, suivi d'un dosage phytochimique de poly phénols et flavonoïdes totaux. Ce travail se déroule dans un milieu contrôlé (laboratoire). Dans cette étude nous avons remplacé la variété VITRON par une autre variété locale BOUSSELEM qui est normalement être utilisé dans le chapitre précédent mais à cause de l'indisponibilité de ses graines on a utilisé le VITRON qui présente des caractéristiques morfo-culturelles presque similaires à notre variété locale.

VII. 1. Matériel végétal utilisés

VII. 1.1. Les mauvaises herbes : Quatre espèces de mauvaises herbes ont été testées : trois monocotylédones : l'avoine stérile, brome rougeâtre et le Ray Grass d'Italie (Figures : 29,30 et 31) et une espèce dicotylédone : le chardon marie (figure 32) ,Ces espèces ont été récoltées au stade épiaison – floraison dans les alentours de l'institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de l'université de Batna 1,

- Description morphologique et classification botanique de l'avoine stérile

- Plante annuelle de 60 cm, à 1,50m, dressée, à racine fibreuse ;
- Feuilles planes, glabres ou pubescentes ;
- Ligule courte, tronquée ;

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

-Panicule étalée puis unilatérale, lâche, dressée ou un peu penchée, verte ;

- Epillets horizontaux ou pendants (tombants), longs de 30-40 mm très ouverts, à 3-4 fleurs, les deux supérieures glabres et sans arête, l'inférieure seule articulée ;

-Axe glabre, sauf à la base ;

-Glumes presque égales, dépassant les fleurs, à 7-11 nervures ;

-Glumelle inférieure jaunâtre, couverte de longs poils soyeux-fauves ou bruns, terminée par deux dents aiguës à arête dorsale tordue et genouillée, environ deux fois plus longue que les glumes à épillets plus petites (20-85 mm) et bi flores(Figure31) (Tela. botanica ,com),

Répartition : Région méditerranéenne

Floraison : Mai- juillet,

Position systématique

Classe : Liliopsida (monocotylédones)

Ordre : Cypéales

Famille : Poacées

Genre : *Avena*

Espèce : *Avena sterilis*



Nom vernaculaire arabe : الخرطال العقيم

Figure 31 : Photo *Avena sterilis*
(www,telabotanica)

- Description morphologique et classification botanique du brome rougeâtre

-Plante annuelle de 20-60 cm, mollement pubescente, à racine fibreuse

-Tiges raides, pubescentes et longuement nues au sommet ;

-Feuilles pubescentes, rudes ;

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

-Ligule ovale-oblongue ;

-Panicule violacée-rougeâtre, courte, obovale, très dense, dressée, à rameaux et pédicelles très courts et dressés ;

-Epillets très rapprochés, longs de 3-5 cm, oblongs en coin, peu comprimés, à 5-9 fleurs aristées divergentes ;

-Glumes inégales, à 1-3 nervure ;

-Glumelles inégales, l'inférieure lancéolée en alène (stylet), carénée, à 5-7 nervures, bifide, à arête droite un peu plus longue qu'elle (figure 32),

Floraison : Mai- juin,

Répartition : Région méditerranéennes

Position systématique

Classe : Liliopsida (monocotylédones)

Ordre : Cypéales

Famille : Poacées

Genre : *Bromus*

Espèce : *Bromus rubens* L,

Nom vernaculaire arabe : الحمراء العلفية- خناق البقر



Figure 32 : Photo *Bromus rubens*

(www,tela botanica)

- Description morphologique et classification botanique du Ray Grass d'Italie (Ivraie multiflore)

-Plante annuelle de 50 cm à 1 mètre et plus, glabre, à racine fibreuse n'émettant pas de fascicules de feuilles ;

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

-Tiges assez robustes, dressées ou arquées à la base ;

-Feuilles nouvelles enroulées par les bords, les caulinaires planes, assez larges, un peu rudes ;

-Epi très long, assez large, très comprimé (figure 33);

-Epillets étalés-dressés pendant la floraison, lancéolés, dépassant les entre nœuds, à 10-25 fleurs serrées lancéolées-aristées ;- Glume sub obtuse, égalant environ le tiers de l'épillet ;

-Glumelle membraneuse, lancéolée, munie d'une arête aussi longue ou plus longue qu'elle,

Écologie : Champs cultivés, çà et là en France et en Corse ; dans beaucoup de localités simplement naturalisé,

Floraison : Mai-août,

Répartition : Europe, Asie occidentale, Afrique septentrionale

Position systématique

Classe : Liliopsida (Monocotylédones)

Ordre : Cypéales

Famille : Poacées

Genre : *Lolium*

Espèce : *Lolium multiflorum* Lam, [1779]

Nom vernaculaire arabe : المدهون



Figure 33: Photo de *Lolium multiflorum*
([www.tela botanica](http://www.tela-botanica))

- Description morphologique et classification botanique du Chardon Marie

-Plante bisannuelle de 4-15 dm dressée, robuste, glabre ou à peu près, rameuse ;

-Feuilles ordinairement marbrées de blanc en-dessus, les caulinaires sessiles, non décurrentes, embrassant la tige par deux larges oreillettes arrondies, sinuées-dentées ou pennatifides à lobes bordés d'épines et de cils épineux

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

-Involucre gros (au moins 3 cm de diamètre), hémisphérique à folioles glabres, les extérieures offrant un appendice étalé, triangulaire, atténué en forte épine ;

-Akènes gros, noirs, rugueux

-Capitules solitaires, terminaux

-Fleurs purpurines, toutes égales (Figure34),

Floraison : Juin-août,

Répartition : Europe méridionale, Asie occidentale, Afrique septentrionale

Position systématique

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Ordre : Astérales

Famille : Astéraceae

Genre : *Silybum*

Espèce : *Silybum marianum*

Nom vernaculaire arabe : التاورة



Figure 34: Photo de *Silybum marianum*

([www.tela](http://www.tela-botanica) botanica)

VII .1.2. La plante cible : Il s'agit d'une graminée annuelle (*Triticum durum* Desf.) de la classe des *Liliopsida* , famille des *Poaceae*,

Deux variétés de blé dur sont testées :BOUSSELEM , WAHA, Les semences utilisées sont fournies aimablement par la coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS Batna) ,Les caractéristiques de ces deux variétés sont les suivantes :

Description de la variété Bousselem : est une variété d'origine Algérienne, Lignée CIMMYT-ICARDA, **cycle végétatif tardif**, **tallage fort**, variété à paille haute (90-100 cm), épi poilu

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

jaune pâle, grain long, PMG élevé, mieux adapté aux régions arides et semi arides, résistance aux maladies (ITCG-CNCC,, 2006),

Description de la variété Waha : est une sélection provenant du matériel CIMMYT-ICARDA, d'origine Syrienne, épi demi-lâche, à compact, à paille courte et demi- pleine, grain moyen, claire ambré à roux, **cycle végétatif précoce**, **tallage moyen**, modérément tolérante aux rouilles, à la fusariose, et à la Septoriose, sensible aux piétin-échaudage, PMG moyen, qualité semoulière assez bonne, mieux adaptée aux régions arides, bonne productivité(ITCG-CNCC,, 2006),

VII. 2. Méthodologie de travail

VII.2.1.Prélèvement du matériel végétal (mauvaises herbes)

La partie aérienne de ces adventices est prélevée au stade épiaison –floraison pour les espèces monocotylédones et stade floraison pour le chardon marie, au niveau de la station expérimentale de l'institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de l'université de Batna 1,

VII.2.2. Séchage et broyage

Les parties aériennes des plantes prélevées ont été séchées dans une chambre aérée pendant 21 jours ; à l'abri de la chaleur et de la lumière, jamais au soleil, pour préserver son pouvoir allélopathique et d'éviter l'oxydation des plantes (Kemaissi ,2016), Ces parties sont réduites en poudre végétale à l'aide d'un broyeur électrique (moulin de café) de type Rodermark 63322, Le broyat des différentes espèces de mauvaises herbes obtenu est conservé dans des flacons hermétiquement fermés,

Notre étude est scindée en deux volets

Premier volet : est d'étudier l'effet inhibiteur de quatre extraits aqueux sur la germination et la croissance des jeunes plantules de blé dur (deux variétés : Waha et Bousselam)

1.1. Préparation des extraits aqueux

Nous avons fait ,la macération de 50 g de poudre végétale de chaque espèce adventice , avec 500 ml d'eau distillé sous agitation pendant 2 heures et demi ,à l'aide d'un agitateur, nous avons laissé le mélange se décanté pendant 24 heures, à une température ambiante du laboratoire (20 à 24°C), sans oublier de couvrir les béciers pour éviter la volatilisation des substances allélochimiques (Rsaissi *et al.*,2013 ; Sakka Rouis Soussi *et al.*,2017),Les extraits aqueux sont filtrés et placés dans la centrifugeuse, puis filtrés à nouveau à l'aide d'un papier filtre, Deux concentrations ont été préparées : (25 %,100 %) plus un témoin par l'eau distillée (0%)(tableau 27) ,et conservés au réfrigérateur (+4C°) dans des flacons bien fermés et étiquetés (le nom de l'espèce, la concentration et la date de préparation) jusqu'à leur utilisation (Ben meddour et Fenni,2018) ,

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

Nous avons préparé les extraits deux à trois jours avant les tests de germination afin d'éviter la contamination et l'apparition des moisissures (tableau 27),

Tableau 27: Différentes concentrations des six extraits utilisés,

Concentration %	Témoin	2,5	10
L'extrait mère	0 ml	25 ml	100 ml
Eau distillée	100 ml	75	0ml

1.2. Préparation des essais de germination

Purifier les graines de blé dur (deux variétés) ,avec l'hypochlorite de sodium (3%) pendant 5 minutes et rincer trois fois avec l'eau distillée, Ensuite mettre 20 graines de chaque variété de blé dur dans des ,boites de Pétri stériles de 85 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm, sur deux feuilles de papier filtre, puis imbibé ce dernier par 4 ml d'extrait végétal préparé, Nous avons incubé dans une étuve réglée à 24°C ,et, suivie la germination des graines chaque jour à la même heure (Ben-ghabrit *et al.*, 2017),

Nous avons utilisé 12 boites de pétries (4 répétitions) pour chaque extrait aqueux d'adventice (4 espèces d'adventice avec trois concentrations (0 %, 25 % et 100 %)),Chaque boite est numérotée avec un marqueur permanent, L'expérimentation est suivie durant 10 jours tout en respectant le protocole expérimental et notant quotidiennement le nombre des graines germées et qui servent par la suite à des mesures des longueurs de radicules (coléorhize), des tigelles (coléoptiles) ainsi que la production de matière fraîche et sèche,

1.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est la randomisation totale, qui comprend deux facteurs : la variété avec ces deux modalités : Waha, Boussellam, et le facteur espèce avec quatre niveaux (avoine stérile, brome rougeâtre, Ray Grass d'Italie, et chardon marie) ces extraits sont utilisés avec deux concentrations : diluée à 25 % et pures (100 %) plus un témoin avec l'eau distillée (0 %),L'essai est répété 04 fois, Au total nous avons 72 boites de Pétri (Fig, 33)

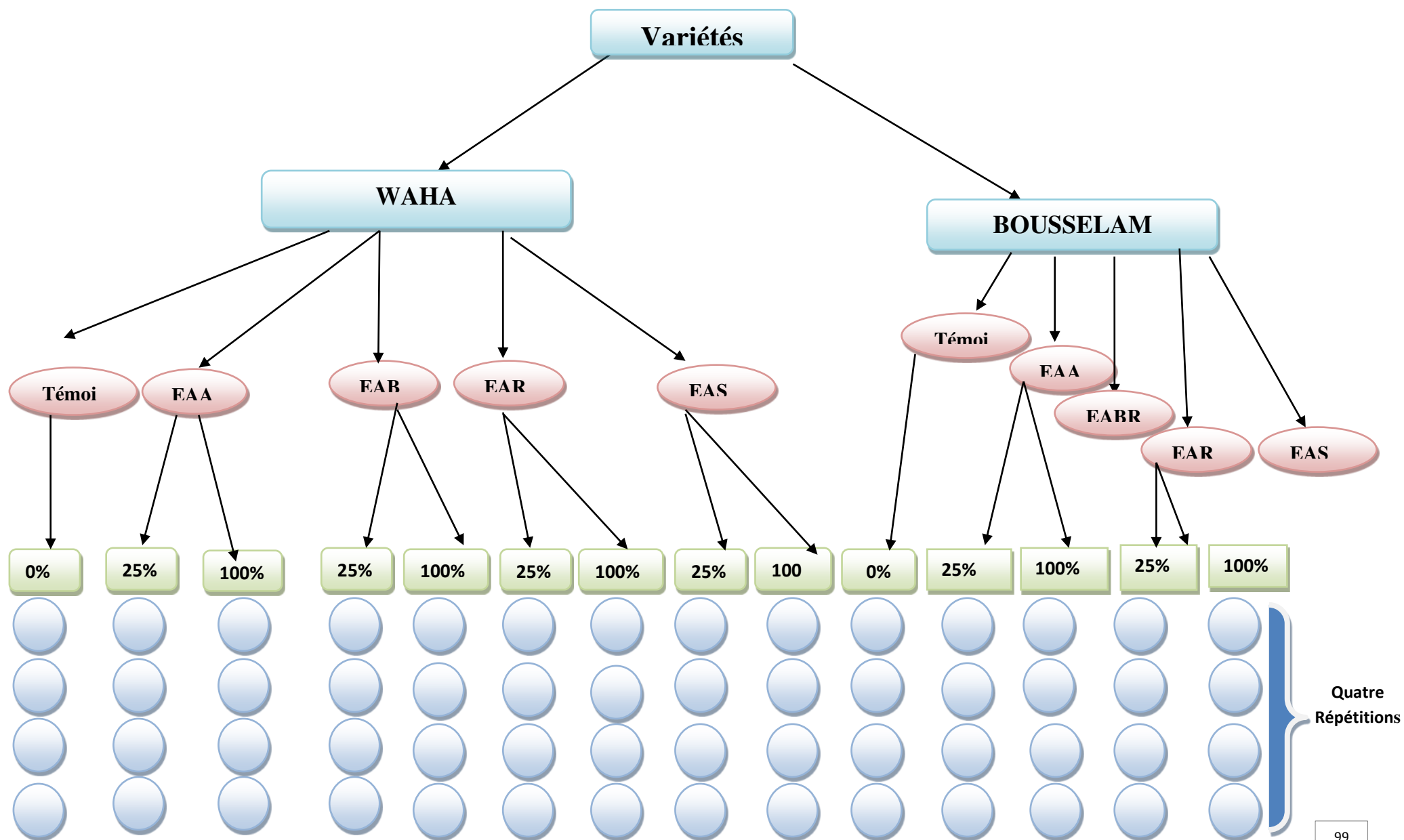


Figure 35 : Dispositif expérimental

VII.2.3. Paramètres mesurés

VII.2.3.1. Taux de germination (TG %)

Le taux de germination selon Côme (1970), correspond au pourcentage des graines germées par rapport au total des graines semées, il est estimé par la formule suivante :

$$\text{TG \%} = [\text{Nombre de graines germées} / \text{nombre de graines semées}] \times 100$$

VII.2.3.2. Taux d'inhibition (TI%)

Le taux d'inhibition selon Côme (1970), explique la capacité d'une substance d'inhiber la germination des graines. Il est estimé en calculant le rapport de nombre de graines germées dans le témoin par rapport au nombre de graines germées dans les différents traitements, il est estimé par la formule suivante :

$$\text{TI \%} = [(\text{Témoin} - \text{Extrait}) / \text{Témoin}] \times 100$$

Avec :

TI% : Taux d'inhibition par rapport au témoin

Témoin : graines germées dans le témoin

Extrait : graines germées dans l'extrait

VII.2.3.3. Longueurs de la coléoptile et de radicule

Ces deux longueurs sont mesurées à l'aide du papier millimètre

VII.2.3.4. Elaboration de la matière fraîche et sèche

Après dix jours d'incubation On a pesé les plantules à l'aide d'une balance de précision pour mesurer le poids frais (matière fraîche). Après un séchage des plantules à l'étuve jusqu'à un poids constant, on procède à la mesure de biomasses sèches (65°C pendant environ 48heures selon les organes végétaux (Gerbaud, 2002).

VII.2.3.5. Extraction des polyphénols totaux

Cette méthode d'extraction a été réalisée selon le protocole décrit par Romani *et al* (2006) modifié. Il consiste à macérer 10 g de la poudre végétale dans 100 ml d'un mélange de solutions aqueuses de solvants (eau / éthanol) (30/70, v / v) suivi d'une agitation pendant deux heures, le mélange a été laissé macérer pendant 24 heures à la température ambiante, puis filtré avec un papier filtre (la macération est répétée 3 fois en renouvelant le solvant toutes les 24H), le solvant est évaporé à l'aide d'un rota vapeur type Buchi à une température de 40C °.

Retirez le ballon du filtre et attendez qu'il soit froid ; puis pesez le ballon pour calculer le rendement d'extraction. Recueillir l'extrait dans de l'eau chaude (10ml)(l'intérêt de l'utilisation de l'eau distillée bouillante c'est pour assurer la récupération des composés restés accrochés à la paroi du ballon d'évaporation). Laisser le tout à décanter pendant 24 heures à une température ambiante, suivi par une filtration. L'extrait obtenu a été conservée à une température de +4C°.

Calcul de rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant et la masse initiale de la matière végétale soumise à l'extraction (Falleh *et al.*, 2008), il est exprimé en pourcentage suivant la formule :

$$R \% = \frac{ME}{MS} \times 100$$

R : rendement exprimé en %

ME : masse en gramme de l'extrait sec récupéré

MS : masse sèche en gramme de matière végétale initiale

VII.2.3.6. Dosage des composés phénoliques

Dans le but d'évaluer quantitativement le contenu en composés phénoliques (Phénols totaux et Flavonoïdes) des extraits d'Avoine stérile, brome rougeâtre, Ray Grass d'Italie et chardon marie. Deux protocoles ont été suivis a fin de doser les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes.

VII.2.3.6.1. Dosage des phénols totaux

Principe

La quantification des phénols totaux ont été déterminée par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu. Cette méthode est basée sur les réactions d'oxydoréduction, le réactif de Folin- Ciocalteu, acide de couleur jaune, est utilisé comme oxydant, il est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$).

Lors de l'oxydation des polyphénols, le Folin est réduit en un mélange bleu d'oxyde de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène(MO_8O_{23}) et ça en présence de carbonate de sodium. L'intensité de la coloration est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot et Charpentier, 2006 ; Juntachote *et al.*,2007).

Mode opératoire

Dans un tube à essai introduire 500 μ l de chaque extrait à l'aide d'une micro pipette, suivie de l'addition de 5 ml d'eau distillé et 500 μ l de réactif de Folin-Ciocalteu (10 fois dilué dans l'eau distillée), agiter et laisser incubé à l'obscurité pendant 5 minute à température ambiante, par la suite ajouter 500 μ l de carbonate de sodium (7,5 %).

L'absorbance a été mesurée à 765 nm, après une incubation de 60 minutes dans l'obscurité, la teneur en composés phénoliques totaux a été exprimée en milligramme d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait).

Le blanc est préparé de la même façon sauf que l'extrait est remplacé par le solvant et dans les mêmes conditions. La concentration des phénols totaux calculée selon la formule suivante :

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

$$\text{Polyphénol} = a \times f / b \times v$$

a: Concentration des polyphénols (mg/ml) déterminée à partir de courbe étalon ;

f: Facteur de dilution (100).

b: Masse de l'extrait (g).

v: Volume initial de la solution d'extrait (2 ml).

Préparation de la gamme d'étalonnage

Nous avons pesé 200 mg d'acide gallique et dissoudre dans 100 ml d'éthanol, soit une solution (S) avec une concentration de 2mg/ml. Ensuite diluer la solution mère 1/100 fois puis préparé les dilutions comme suit :

Prélever 5ml de la solution mère diluée 1/100 fois puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S2. Puis prélever 5 ml de la solution S2 puis rajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S4.

Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

VII.2.3.6.2. Dosage des flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (Ribereau Gallant, 1968).

Le dosage des flavonoïdes totaux a été effectué par la méthode de trichlorure d'aluminium (Al Cl₃) décrit par Bahorun *et al* (1997), et Liang *et al* (2007), on a utilisé la quercétine comme étalon.

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

Principe

Le chlorure d'aluminium forme des complexes acides stables avec le groupe cétonique C-4 et avec le groupe d'hydroxyle de carbone C-5 des flavonoïdes (Lagnika, 2005) ce dernier forment des complexes jaunâtres.

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par Zhishen *et al* (1999), et Kimet *al* (2003), avec quelques modifications.

Mode opératoire

Dans des tubes à essai, nous avons met une quantité de 1 ml d'extrait éthanolique mélangé avec 1 ml de la solution de trichlorure d'aluminium à 2 % (2 g de $AlCl_3$ dissoudre dans 100 ml d'éthanol), puis agité vigoureusement et laissé incubé pendant 10 minutes à une température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 nm. Le blanc est représenté par l'éthanol additionné à l' $AlCl_3$ dans les mêmes conditions.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (μg E Q/mg d'extrait), à travers la courbe d'étalonnage établie par la quercétine.

Préparation de la gamme d'étalonnage de quercétine

Une gamme de 10 concentrations de quercétine allant de 2,5 à 40 $\mu g/ml$ a été préparée à partir d'une solution mère de 400 $\mu g/ml$ de concentration (tableau 29.)

Solution mère du standard : 400 μg de quercétine dissous dans 10 ml de l'éthanol puis dilué 1/100 fois.

Tableau 29 : Gamme d'étalonnage de la quercétine

N° des tubes	1	2	3	4	5	6	7	8
Volume prise de la solution mère (ml)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Volume ajouté d'éthanol (ml)	3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
Concentration finale de quercétine en $\mu g/ml$	0	0,0133	0,027	0,040	0,053	0,066	0,080	0,093

Chapitre VII : Effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes et leur richesse en substances allélochimiques

La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenu en utilisant la quercétine comme standard. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{flavonoïde} = a \times f / b \times v$$

a: Concentration des flavonoïdes (mg/ml) déterminée à partir de courbe étalon ;

f: Facteur de dilution (100).

b: Masse de l'extrait (g).

v: Volume initial de la solution d'extrait (2 ml).

VII.2.4.Outil statistique

Une étude statistique des résultats obtenus a été faite afin de mettre en évidence les différences significatives entre les traitements, les variétés et l'interaction à l'aide d'un logiciel R version 3.6.1 par l'analyse de la variance (ANOVA), au seuil de signification 5 % de Newman et Keuls.

VII.3.Représentation des résultats

VII.3.1.Effet inhibiteur des extraits aqueux des adventices

VII.3.1.1.Effet des extraits aqueux sur le taux de germination

D'après les résultats obtenus (figure 36), on constate que les deux variétés de blé dur (Waha, Boussellam) présentent un taux de germination élevé dans les lots témoins (93 et 90% respectivement pour Waha et Bousselam). Le taux de germination des graines traitées par les extraits *S.marianum* à la concentration diluée (25%) oscille entre 83,33% et 63,33% respectivement pour Bousselam et Waha. A la même concentration les graines de la variété Waha traitées par l'extrait aqueux *A.sterilis* ce taux ne dépasse pas 7%(6,66) (tableau 29), et il arrive jusqu'à 25% chez Vitron. Une absence totale de la germination est enregistrée à la concentration 100% exception faite à la variété Bousselam traitée par les extraits de *L.multiflorum*, *S.marianum* et *A.sterilis* où le taux de germination est : 6,66 ; 5 et 3,33% respectivement.

Des taux de pertes varient entre 7,41 et 100% respectivement chez les graines de Vitron imbibées par l'extrait aqueux *S.marianum* 25% et le *B.rubens*, par contre chez la variété Waha cette réduction est entre 32,14% traité par l'extrait aqueux dilué de *S.marianum* à 100% chez tous les extraits aqueux testés (tab). Nous avons trouvé aussi que quel que soit l'extrait aqueux testé, la variété Bousselem possède un pouvoir germinatif important par rapport à Waha avec 34,63%.

L'analyse de la variance au seuil de signification 5% révèle une différence très hautement significative pour le facteur variété (Prob=4.03e-10 ***), facteur mauvaises herbes (Prob=< 2e-16 ***) et pour l'interaction (Prob=6.43e-07 ***)(tab 30). La comparaison des moyennes à l'aide de test Newan et Keuls fait apparaître 4 groupes statistiques avec le témoin dans le groupe A, et les extraits purs dans le dernier groupe (E)(tableau annexe 13).

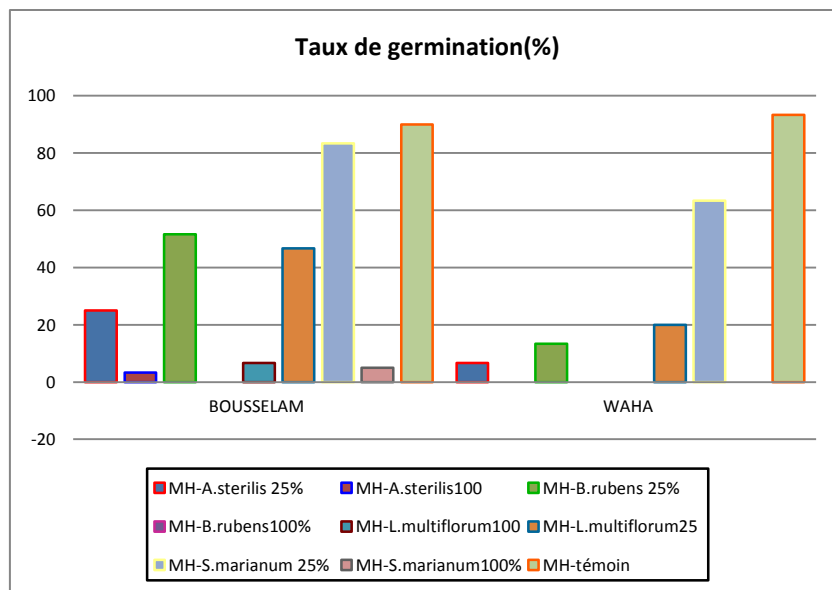


Figure 36 : Effet des extraits aqueux des adventices sur le taux de germination des deux variétés de blé dur.

Tableau 30 : analyse de la variance de l'effet des extraits aqueux de quatre adventices sur le taux de germination des deux variétés de blé dur à différentes concentrations.

Variétés	Extraits aqueux MH		Variété *Mauvaise herbe		
			Moyenne	Gr stat	% perte
Bousselam 34,630 ^A	Témoin		90,000	A	0,00
	<i>B.rubens</i> 25%		51,667	C	42,6
	<i>A.sterilis</i> 25%		25,000	D	72,22
	<i>L.multiflorum</i> 25%		46,667	C	48,15
	<i>S.marianum</i> 25%		83,333	A	7,41
	<i>B.rubens</i> 100%		00,00	F	100
	<i>A.sterilis</i> 100%		3,333	F	96,3
	<i>L.multiflorum</i> 100%		6,667	F	92,6
	<i>S.marianum</i> 100%		5,000	F	94,44
	Waha 21,852 ^B	Témoin		93,333	A
<i>B.rubens</i> 25%		13,333	EF	85,72	
<i>A.sterilis</i> 25%		6,667	F	92,86	
<i>L.multiflorum</i> 25%		20,000	DE	78,57	
<i>S.marianum</i> 25%		63,333	B	32,14	
<i>B.rubens</i> 100%		00,00	F	100	
<i>A.sterilis</i> 100%		00,00	F	100	
<i>L.multiflorum</i> 100%		00,00	F	100	
<i>S.marianum</i> 100%		00,00	F	100	
Source de variation		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
Varieties ***	1	2204	2204	72.136	4.03e-10
MH***	8	54245	6781	221.913	< 2e-16
Variété * MH ***	8	2308	289	9.443	6.43e-07
Residuals	36	1100	1100	31	

Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes. Selon le test NK à $P < 0,05$. *** très hautement signification à $P < 0.0001$, ** hautement significative, * significatif, A, B, C, D, E, F : groupes statistiques

VII. 3.1.2.Effet sur la longueur de la tigelle

Les mesures de l'allongement des tigelles (coléoptiles) des deux variétés de blé dur (Waha, Boussellam) au cours de 10 jours du processus germinatif sous deux concentrations d'extrait aqueux (25 %, 100 %) sont reportées dans la figure 37, on a constaté que la longueur moyenne la plus importante est enregistrée chez les deux variétés dans les lots témoins avec une valeur maximale de 5,73 cm pour la variété Waha et 5,43 chez Bousselam et celle de la concentration 25 % de l'extrait de *L.multiflorum* (5,147), nous remarquons une réduction de cette longueur pour les deux variétés avec une valeur minimale de 1,067 cm pour la variété Waha traitée par l'extrait *B.rubens*, alors qu'une longueur moyenne importante est observé chez Bousselam traitée par l'extrait *d'A.sterilis* avec environ 3,99 cm .Le pourcentage de perte de ce paramètre oseille entre 83% chez Waha à 80,36% pour la variété Bousselam(tableau31).

Pour la concentration 100 % , on a noté une absence totale de la tigelle chez la variété Waha (0 cm) traitée par les différents extraits aqueux et aussi chez les lots traités par le *B.rubens* pour la variété Bousselam . Notons que même à la forte concentration, Bousselam développe une tigelle qui mesure 0,70cm dans les lots traités par l'extrait de *L.multiflorum* ; 0 ,62cm avec l'extrait de *S.marainum* et 0,6cm lorsqu'elle est traitée par *A.sterilis*(tab30).Cependant, le pourcentage de réduction de la longueur de tigelle pour la concentration 25 %, oseille entre 26,52% pour le *S.marainum* à 69,98% par le *B.rubens* pour la variété Bousselam , cette perte augmente pour la variété Waha pour arriver à 81 ,38% dans l'extrait aqueux *B.rubens* en comparaison avec le témoin. Généralement les pertes sont importantes chez la variété Waha que Bousselam.

L'analyse statistique (tableau 30), révèle qu'il y a une différence très hautement significative ($P \leq 0,001$) entre les variétés avec ses deux groupes statistiques (A, B), les extraits des mauvaises herbes avec six groupes (A,B,C,D,E,F)(tab. annexe 14), et l'interaction avec 03 groupes statistiques (A, B, C). Donc nous concluons que plus la concentration est grande, plus la longueur moyenne de la tigelle est courte et inversement proportionnelle, la variété Bousselam enregistre la meilleure longueur de tigelle (2,38 cm) quelque soit l'extrait aqueux testé.

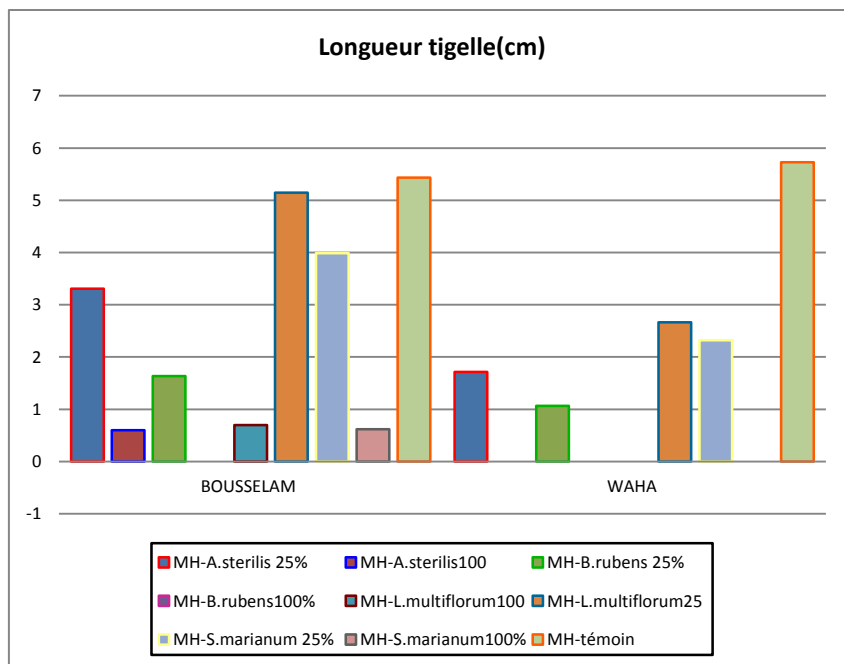


Figure 37: Effet des différents extraits aqueux sur la longueur tigelle de blé dur

Tableau31 :analyse de la variance et taux de perte des extraits aqueux des adventices sur la longueur de la tigelle de deux variétés de blé dur à différentes concentrations.

Variétés	Extraits aqueux MH		Variété *Mauvaise herbe		
			LT(cm)	Gr stat	Perte(%)
Bousselam 2,381 ^A	Témoin		5,433	A	0,00
	B.rubens 25%		1,633	B	69,98
	A.sterilis 25%		3,310	B	39,04
	L.multiflorum25%		5,147	A	52,11
	S.marianum 25%		3,987	B	26,52
	B.rubens 100%		0,00	C	100
	A.sterilis 100%		0,600	BC	88,95
	L.multiflorum100%		0,700	BC	87,10
	S.marianum 100%		0,617	BC	88,64
Waha 1,500 ^B	Témoin		5,73	A	00
	B.rubens 25%		1,067	BC	81,38
	A.sterilis 25%		1,717	B	69,98
	L.multiflorum25%		2,667	B	53,45
	S.marianum 25%		2,320	B	59,5
	B.rubens 100%		00,00	C	100
	A.sterilis 100%		00,00	BC	100
	L.multiflorum100%		00,00	BC	100
	S.marianum 100%		00,00	BC	100
Source de variation	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varieties ***	1	10.47	10.472	63.807	1.74e-09
MH ***	8	185.53	23.192	141.308	< 2e-16
Variété * MH ***	8	9.19	1.148	6.997	1.54e-05
Residuals	36	5.91	0.164		

Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes selon le test NK à $P < 0,05$. ***très hautement signification à $P < 0.0001$, **hautement significative, * significatif, A, B, C : groupes statistiques

VII.3.1.3.Effet des extraits aqueux sur la longueur de la racicule

Les résultats représentés dans la figure 38, montre que la longueur de la racicule est classée d'ordre décroissant par l'augmentation de la concentration de l'extrait utilisé est cela à partir de la concentration diluée (25%) où on a enregistré des taux de perte varient entre 69 et 70% respectivement pour Bousselam et Waha traités par l'extrait aqueux de *B. rubens*(tab). Dans les lots témoins (imbibée par l'eau distillée 0%), la variété Bousellam enregistre la meilleure longueur de coléorhize (racicule) avec une moyenne de 7,74cm. Malgré la forte concentration des extraits aqueux utilisés (100%), la variété Bousellam développe une petite coléorhize qui atteind 2,18cm chez les lots traités par l'extrait de *L.multiflorum* , suivi par *A.sterils* (1,4cm) et *S.marainum*(1,16cm). La variété Waha ne développe aucune racicule dans les quatre extraits aqueux (tableau32).

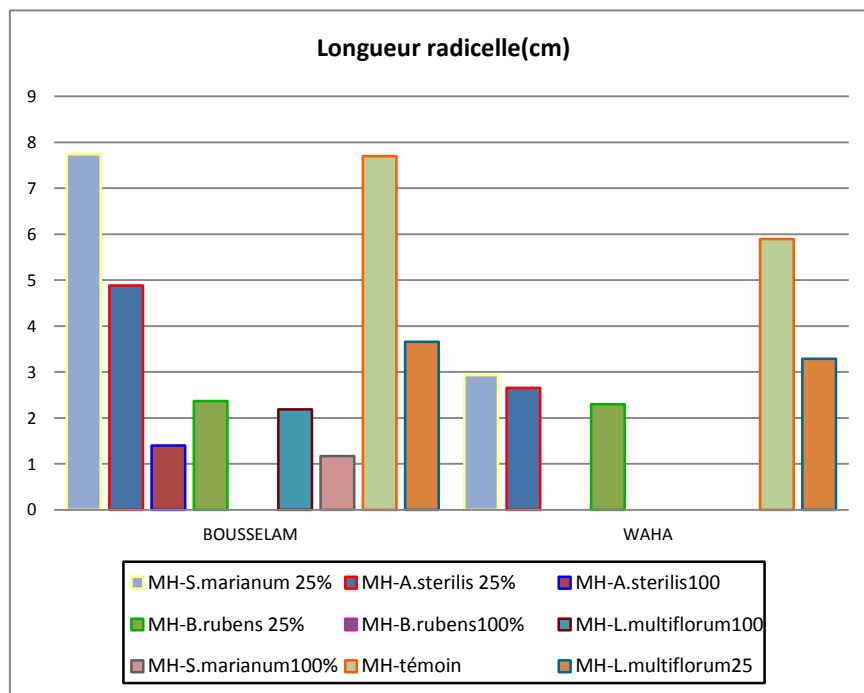


Figure 38: Effet de trois extraits aqueux de trois adventices sur la longueur de racicule de blé

Tableau 32 : analyse de la variance et taux de perte des extraits aqueux de la longueur de radicelle de deux variétés de blé dur.

Variétés	Extraits aqueux MH		Variété * Mauvaise herbe		
			Moyenne	Gr stat	% perte
Bousselam 3,455 A	Témoin		7,740	A	0,00
	B.rubens 25%		2,367	CDE	69,41
	A.sterilis 25%		4,883	B	36,95
	L.multiflorum 25%		3,653	C	52,84
	S.marianum 25%		5,897	B	23,81
	B.rubens 100%		0,00	F	100
	A.sterilis 100%		1,400	DE	81,91
	L.multiflorum 100%		2,183	CDE	71,96
	S.marianum 100%		1,167	E	84,92
Waha 1,897 B	Témoin		7,70	A	00
	B.rubens 25%		2,300	CDE	70,12
	A.sterilis 25%		2,650	CDE	41,95
	L.multiflorum 25%		3,290	C	33,68
	S.marianum 25%		2,933	CD	61,94
	B.rubens 100%		00,00	F	100
	A.sterilis 100%		00,00	F	100
	L.multiflorum 100%		00,00	F	100
S.marianum 100%		00,00	F	100	
Source de variation	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varieties ***	1	32.78	32.78	69.711	6.09e-10
MH ***	8	263.81	32.98	70.137	< 2e-16
Variété * MH ***	8	26.58	3.32	7.066	1.40e-05
Residuals	36	16.93	0.47		

Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes selon le test NK à $P < 0,05$. *** très hautement signification à $P < 0,0001$, ** hautement significative, * significatif, A, B, C, D, E, F groupe statistique.

L'analyse de la variance du paramètre longueur de la radicelle montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les variétés (deux groupes statistiques), les concentrations ainsi que l'interaction (tableau 31)(tab annexe.15).

D'après ces résultats on conclue que le pourcentage de perte de la longueur de radicelle est élevé au fur et à mesure que la concentration augmente, tandis que la variété Bousselam enregistre la meilleure longueur radicelle dans l'extrait pur 2,18cm.

VII. 3.1.4.Effet des extraits aqueux sur la production de la matière fraîche et sèche de deux variétés de blé dur

Le tableau 33, représente la production de la matière fraîche et sèche des deux variétés de blé dur (Waha, Boussellam) soumises à deux concentrations des extraits aqueux de *B.rubens*, *L.multiflorum*, *A.sterilis* et *S.marianum*(25 %, 100 %) comparés à un témoin (eau distillée). On a constaté que la production moyenne de la matière fraîche et sèche la plus importante est enregistrée chez la variété Waha dans les lots témoins avec une valeur maximale de (3,26 g/plt, 0,43 g/plt de MS), tandis que la concentration 25 % représente une réduction de la production moyenne de la matière fraîche et sèche qui varié entre 0,73 gr /plt(0,367gr/plt de MS) dans les lots de *S.marianum* d'où un taux de réduction de 77,6 % et 0,167 g /plt de MF(0,07gr/plt MS)(84,88 % de perte) affiché dans les lots imbibés par l'extrait aqueux de *B.rubens*chez les graines de la variété Waha, alors la variété Boussellam produit 0,57gr/plant de matière fraiche (0,3gr/plt de MS)comme une valeur importante dans les boites irriguées par l'extrait pur , la variété Boussellam élabore une petite quantité de matière fraiche :0,097 ; 0,087 et 0,057gr/plant dans les lots traités par *L.multiflorum*, *S.marianum* et *A.sterilis*(tab).Aucune production de matièrefraiche n'estremarquée chez la variété waha dans tous les extraits utilisés (figure 39,40).

Quelque soit l'extrait aqueux utilisé, la variété Waha produit plus de matière fraiche (0,562g/plant de MF ; 0,16gr/plant MS) que Boussellam(0,342gr/plant de MF ; 0,106gr/plant MS).Nous concluons que la production de matière fraîche et sèche diminue progressivement avec l'augmentation de la concentration.

Tableau 33: taux de réduction de la matière fraiche et sèche en fonction des différents extraits

Traitements	Boussellam				Waha			
	MF (gr /plt)	TR(%)	MS (gr /plt)	TR(%)	MF (gr /plt)	TR(%)	MS (gr /plt)	TR(%)
Témoin	0,810	00	0,4	00	3,260	00	0,433	00
<i>B.rubens</i> 25%	0,427	47,28	0,1	75	0,167	94,88	0,07	83,72
<i>A.sterilis</i> 25%	0,467	42,43	0,134	66,5	0,290	91,10	0,087	79,77
<i>L.multiflorum</i> 25%	0,57	29,62	0,3	25	0,61	81,28	0,303	29,53
<i>S.marianum</i> 25%	0,567	30	0,2	50	0,73	77,6	0,367	14,65
<i>B.rubens</i> 100%	0,00	100	0,00	100	0,00	100	0,00	100
<i>A.sterilis</i> 100%	0,05	93,83	0,00	100	0,00	100	0,00	100
<i>L.multiflorum</i> 100%	0,097	69	0,00	100	0,00	100	0,00	100
<i>S.marianum</i> 100%	0,087	89,26	0,00	100	0,00	100	0,00	100

Figure 39: taux de réduction de la matière fraîche chez les des deux variétés du blé dur

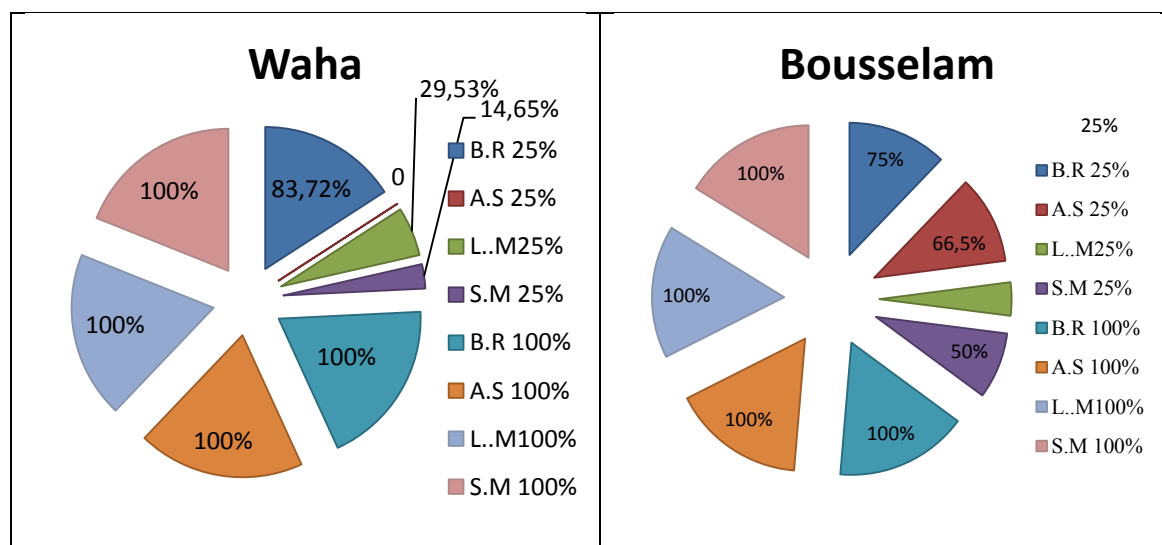
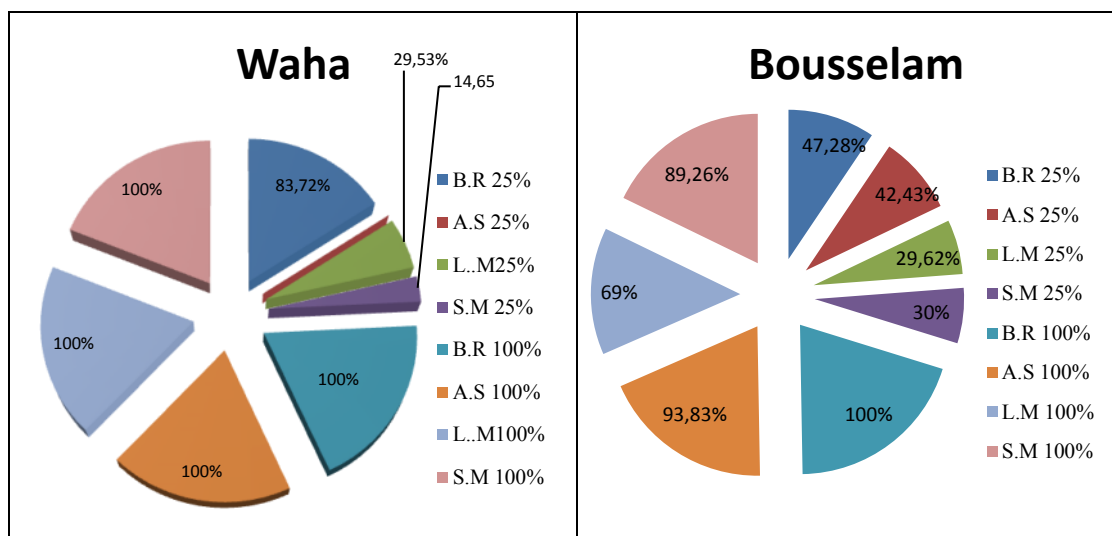


Figure40 : taux de réduction de la matière sèche des deux variétés du blé dur

Les résultats sont suivis une analyse de variance (ANOVA) et une comparaison des moyennes de paramètre de la production de la matière fraîche et sèche des deux variétés et trois concentrations avec le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5 %, montrent qu'il y a une différence très hautement significative entre les variétés, concentrations, et l'interaction (tableaux annexes 16, 17, 18 et 19).

VII.3.2. Dosage phytochimique des quatre extraits de mauvaises herbes

VII.3.2.1. Rendement d'extraction

Dans cette étude, nous avons déterminé le rapport de rendement de l'extrait brut à 10 grammes de poudre végétale pour chaque espèce adventice, les valeurs ont été exprimées en pourcentage.

Les résultats obtenus montrent que les rendements d'extraits bruts sont variables selon l'espèce : l'extrait brut *A.sterilis* enregistre le meilleur rendement de 81,6 % suivi par l'extrait de *L.multiflorum* 78,2 %, du *B.rubens* et finalement l'extrait de *S.marianum* avec une valeur de 57,98 % (figure 41).

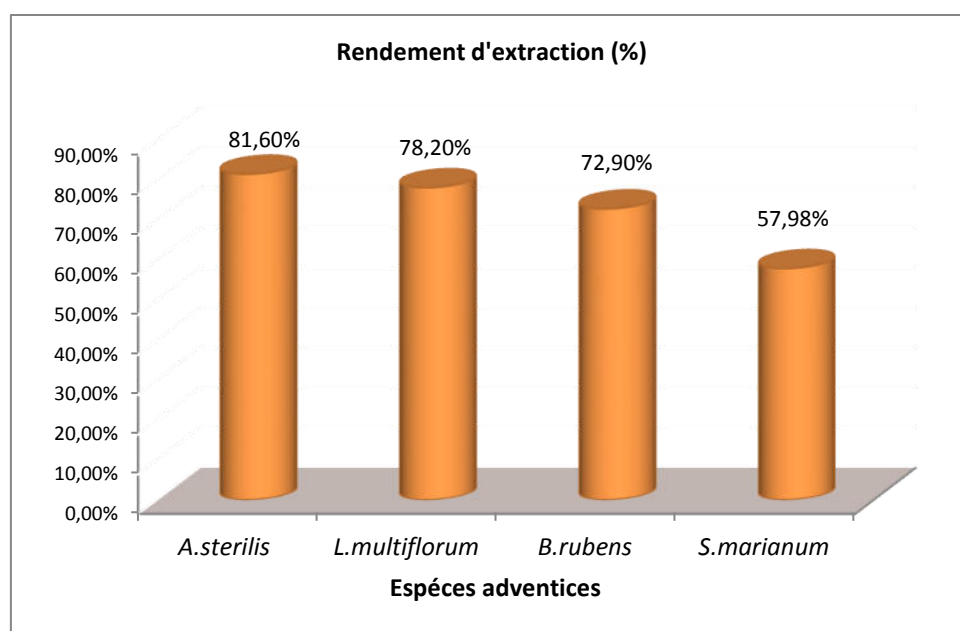


Figure 41: Rendement d'extraction des extraits bruts

VII.3.2.2. Dosage des polyphénols totaux

Les analyses quantitatives des polyphénols totaux ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage. La quantité en polyphénols totaux est exprimée en milligramme (mg) équivalent acide gallique par gramme (gr) d'extrait (fig. 40).

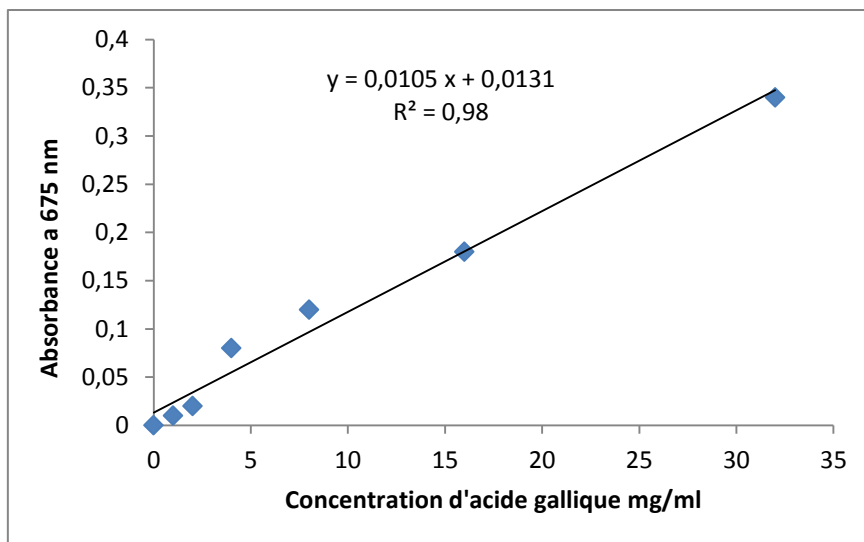


Figure 42: Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

La figure 43, montre que les extraits éthanoliques de la partie aérienne présentent des teneurs en polyphénol. Le Brome rougeâtre affiche des teneurs élevées en polyphénol suivi par le Ray grass, folle avoine et en dernière position le chardon marie avec respectivement ($122,09 \pm 3,47$; $95,54 \pm 1,44$; $65,30 \pm 2,19$ et $38,88 \pm 0,04$) mg EAC/ g d'extrait.

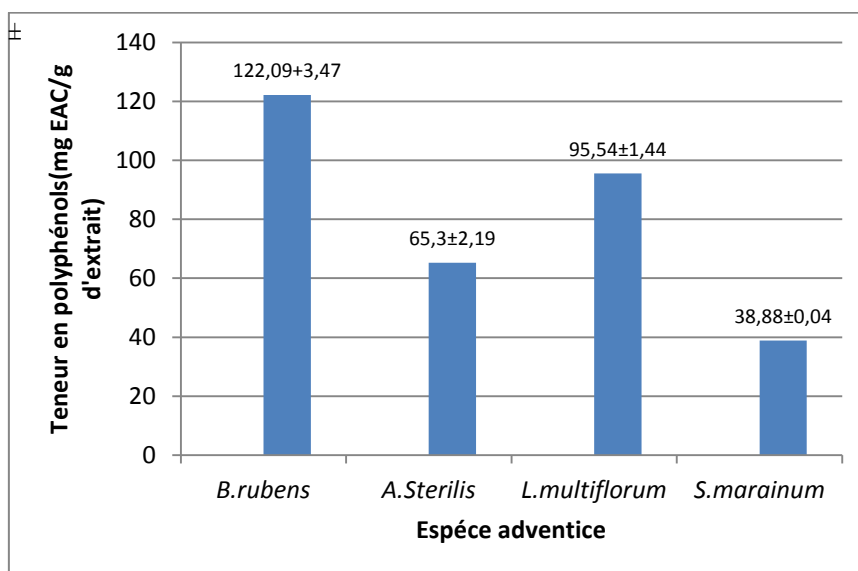


Figure 43: Concentration en polyphénols totaux dans les extraits méthanoliques des adventices testés

VII.3.2.3. Dosage des flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) et l'étalon était la quercétine. La teneur en flavonoïdes est exprimée en microgramme équivalent de quercétine par gramme d'extrait (µg EQ /g d'extrait) (figure 44).

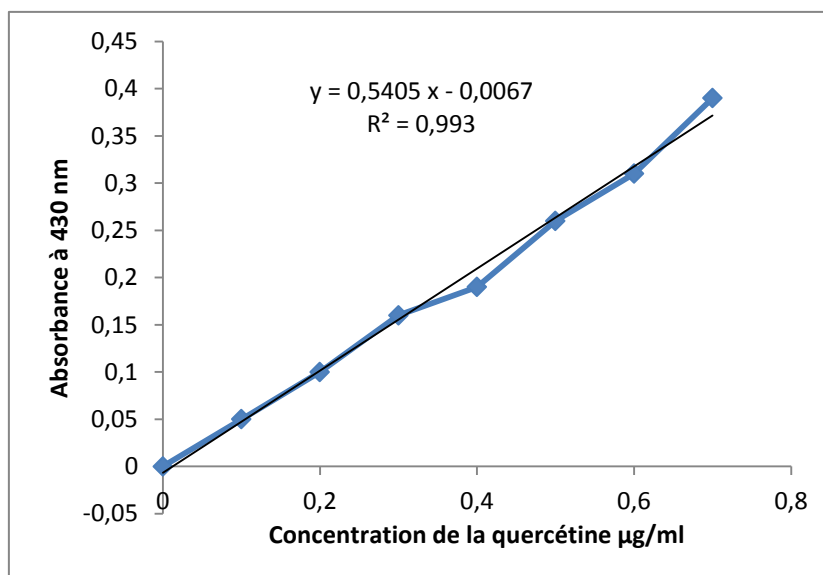


Figure 44: Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

La figure 45, montre que les extraits éthanoliques de la partie aérienne présente une teneur élevée en flavonoïde enregistré chez le Chardon marie suivi du Bromerougeâtre, Ray grass et enfin la Folle avoine avec des teneurs respectives de (9,35±0,05 ; 4,65 ± 0,09 ; 3,48 ± 0,21 et 2,80 ± 0,10) µgEQ/ grde MS.

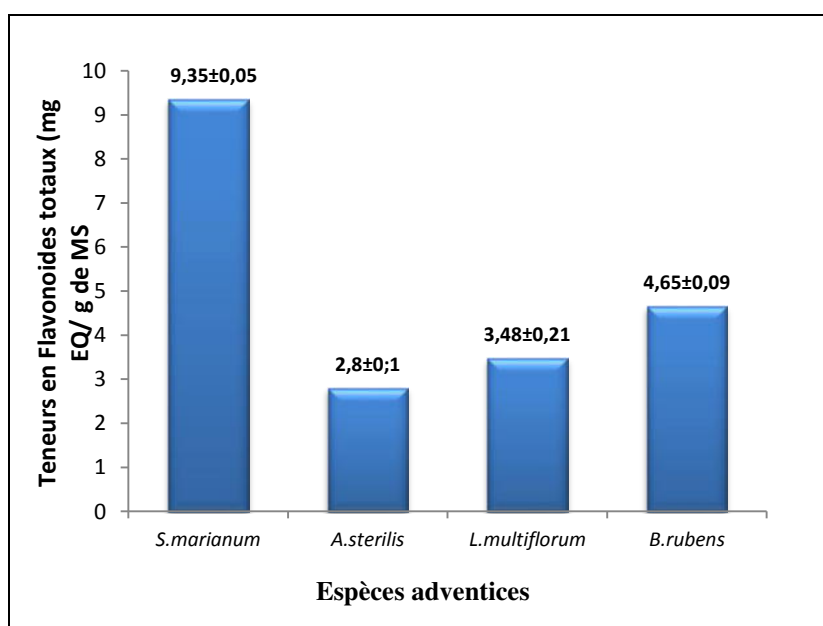


Figure 45 : Concentration en flavonoïdes totaux des mauvaises herbes testées

VII.4.Discussion des résultats

VII.4.1.Effet inhibiteur des extraits des mauvaises herbes

Les résultats de notre étude révèlent que les extraits aqueux des espèces adventices testées : Ray grass, Folle avoine et le Brome rougeâtre et Chardon marie à deux concentrations (25 %, 100 %) affectent les deux variétés de blé dur : Waha et Boussellam , en réduisant le taux de germination ,l'élongation des racines et des tiges ainsi que l'élaboration de la matière fraîche et sèche. En fait, cette inhibition est due à une grande partie à la richesse de ces extraits en substances inhibitrices. Au niveau des lots traités par les extraits aqueux purs (100 %), nous avons noté que la germination est faible en comparant avec celle des lots témoins. Cette inhibition est partielle et parfois totale chez les graines de la variété Waha et aussi chez les graines de la variété Vitron traitées par l'extrait de *B.rubens*.

La longueur de tige est dépréciée par *B.rubens* dès la concentration faible (25%) chez les deux variétés avec un taux de perte qui arrive jusqu'à 81% chez la variété waha . Une absence totale de la tige et la racine est remarquée chez l'extrait pur de tous les adventices ce qui signifie la sensibilité de cette variété à la concurrence des mauvaises herbes.

Concernant le paramètre croissance des jeunes plantules des blés dur (élaboration de la matière fraîche et sèche), on constate que les taux de pertes sont significatifs dès la faible concentration (25 %) pour la variété Waha et qui varient entre 77,6% chez les lots traités par *S.marianum* à 91% *A.sterilis* . la variété Vitron se démarque par des taux de réduction moins importants.

Ces résultats sont similaires aux travaux de Zeghada (2009),il est montré que l'effet allélopathique des extraits aqueux de *Titraclinis articulata*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, ont un effet inhibiteur sur la germination de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*, avec une inhibition de croissance. Le paramètre croissance des jeunes plantules permet d'observer quelques particularités pour les variétés de blé dur (Vitron, Waha), l'absence de la racine et la présence de la tige ou l'absence des deux à la concentration (100%), avec une croissance normale dans les lots témoins. D'autre part, la faible concentration montre une croissance plus élevée de la tige que des racines.

Rsaissi *et al* (2013), ont démontré que l'effet inhibiteur de divers extraits de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) sur la germination et la croissance de Jujuba (*Ziziphus lotus* L.) ralentissait la cinétique de la germination de Jujuba et réduisait considérablement le taux de germination, la longueur du radicule est très significative avec une forte inhibition de la longueur de la tigelle et une réduction des matières fraîches et sèches, ces composés allélopathiques détectés dans les extraits du figuier de barbarie sont des composés phénoliques ayant un effet inhibiteur sur la germination et la croissance de la plante cible. La germination et la croissance des plantules de la laitue ont été inhibées significativement par les extraits d'*A. roseum var. grandiflorum*, car ils sont riches en composés allélochimiques, l'inhibition varié selon la nature de l'extrait, la concentration, et la partie végétale. Tandis que la longueur de radicule est plus affectée que la longueur de tigelle (Sakka Rouis-Soussiet *al.*, 2017). Ces résultats sont similaires aux travaux de (Saeid *et al.*, 2006), ils ont montré qu'il ya une relation indirecte entre l'Euphorbe (*Euphorbia hierosolymitana*) et le blé (*Triticum durum*), et que l'effet allélopathique peut être la conséquence de l'altération de synthèse ou activité de l'acide gibbéréllique. Les travaux de Ben-ghabrit *et al* (2017), qui étudié l'effet allélopathique de *V. encelioides* sur la germination et la croissance de blé dur variété « Karim » dépend de l'organe et de l'état hydrique de l'adventice en plus de la technique d'extraction. Les feuilles ont un effet allélopathique plus important que les tiges et les racines. Ceci peut s'expliquer par le fait que la nature et la concentration des substances qui ont un effet allélopathique diffèrent d'un organe à l'autre, la longueur moyenne de radicule est plus forte que la longueur de la tigelle. et aussi les résultats de (Hegab *et al.*, 2008) qui ont trouvé que l'extrait de blette (*Beta vulgaris* L.) de 8 % et 12 % de concentration inhibe significativement la germination des graines et le développement des plantules du blé. De ce fait, on peut dire aussi que l'effet des extraits sur le développement des plantules de blé est différent selon l'espèce allélopathique et la variété utilisée. (Batish *et al.*, 2002; Turk et Tawaha, 2003; Arslan *et al.*, 2005; Nandal et Dhillon, 2005 et Uremis *et al.*, 2005) ont montré que l'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits. Cette action inhibitrice est probablement liée à la concentration des extraits en molécules actives (richesse en polyphénols et en flavonoïdes) capable d'inhiber la germination des graines. (Kruse *et al.*, 2000) ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée.

VII.4.2. Dosage des polyphénols et flavonoïdes

La teneur en métabolites secondaires (poly phénols et flavonoïdes) varié d'une espèce à une autre .Le brome rougeâtre est en première position avec 122 mg EAG/g de MS suivi par le Ray grass (95,54 mg EAG/g de MS), l'avoine stérile (65,3mg EAG/g de MS) et le chardon marie en dernier (mg EAG/g de MS). Le pourcentage de réduction des paramètres : taux de germination, longueur tigelle et radicule ainsi que la production de matière fraîche et sèche est élevé dans les lots traités par l'extrait aqueux de *B.rubens* cela peut être s'expliqué par la richesse de cet adventice en poly phénols qui sont responsables de l'inhibition de la germination et la croissance des plantes. Les résultats que nous avons obtenus peuvent être comparés à ceux de (Abdelgaleil et Hashinaga, 2007)qui ont montré que les sesquiterpènes extraites des feuilles de *Magnolia grandiflora* L. réduisent la germination desgraines du blé. Effectivement (Machado, 2007) a obtenu 77 % d'inhibition de la germination par l'extrait (5%)de *Limnanthes alba* Hartw. (Karaaltin *etal.*, 1999) ont observé un effet inhibiteurimportant des extraits de la luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.) sur le blé et l'orge. De même (Saeid et *al.* , 2006) ont remarqué que la présence decomposés phénoliques, et que les activités métaboliques altérées causée par les allélochimiquesdiminué la longueur des racines et la division des cellules, qui sont la condition préalable à lacroissance.

Cependant (Dessalegne et *al.*, 2013),ont signalé que l'effet inhibiteur d'extrait des feuilles de toutes les espèces de mauvaises herbes sur la longueur de la radicule des semis de blé, pourraient être dus à la forte accumulation d'allélochimiques dans lesméristèmes supérieurs des plantes.

Ces résultats concordent également avec ceux de (De Raïssac et *al.*, 1998) concernant l'effet des exsudats racinaires de *Calopogonium* sur la croissance de deux plantes cultivées (Riz,arachide), et sur une mauvaise herbe (l'Euphorbe, *Euphorbia heterophylla* L.).De nombreuses substances à effet allélopathique agissent comme inhibiteurs des auxines et gibbérellines qui sont des phytohormones responsables de l'élongation cellulaire chez les plantes (Doré et *al.*, 2017), ce qui peut induire une réduction du développement des racines. Cela a été démontré par plusieurs chercheurs dans le domaine de l'allélopathie (Qasem, 1995 ;Doré et *al.*, 2004, Cité par Ben-Ghabrit et *al.*, 2017).

L'étude réalisée par (Alaoui et *al.*, 2016) montre que l'extrait éthanolique des graines contient un taux de polyphénols égale à (45,31 mg EAG/ g MS).D'après (Levizou et *al.*, 2004) les variations observées dans les taux en composées phénoliques, pourraient être attribuées essentiellement aux conditions d'extraction ainsi qu'aux conditions environnementales, à la

saison de récolte et aux facteurs morphogénétiques. D'autre part, d'après (Boizot et Charpentier, 2006) le dosage au réactif de Folin-Ciocalteu est simple à mettre en œuvre et très sensible, il n'est cependant pas spécifique des polyphénols ; il réagit avec les acides aminés (tyrosine, tryptophane, protéine, acide tartrique et les sulfites) et d'autres composés.

Pour terminer on peut dire Les composés allélopathiques affectent les processus fondamentaux de la plante comme la photosynthèse, la balance hormonale, la synthèse des protéines, la production de chlorophylle, les relations plante-eau, la perméabilité membranaire, la division cellulaire, la germination et le prélèvement de nutriments. (Einhellig, 1986 Cité par Yamane *et al.* 1992, Ferguson *et al.* 2003, Newman et Miller, 1977).

Conclusion

Cette étude consiste ,en une contribution à la valorisation de l'effet allélopathique de quatre espèces de mauvaises herbes : *B.rubens*, *A.sterilis*, *L.multiflorum* et *S.marainum* très répandues dans les champs de blé dur inventoriés ,l'essai est conduite au laboratoire dans des boites de Pétri .En fait les extraits aqueux de ces espèces ont été testés à deux concentrations (diluée 25% et pure 100%) sur la germination et des graines de deux variétés de blé dur. les résultats ont révèlent que les deux variétés de blé dur ont été significativement inhibées par la plupart des extraits aqueux surtout l'extrait de *B.rubens*. l'inhibition varie ,selon l'espèce adventice, sa concentration ainsi ,que la variété de blé dur. Les résultats de la composition chimique susceptibles d'avoir un effet allélopathique montre la richesse de brome rougeâtre en polyphénols et flavonoïdes d'où leur action dépressive même à la faible concentration surtout sur les graines de la variété Waha.

Conclusion générale

La flore adventice de 72 relevés réalisés compte 77 espèces de mauvaises herbes, Les dicotylédones sont dominantes avec 63 espèces, dont les Astéraceae y sont majoritaires avec 18 espèces, Les monocotylédones, comportent 14 espèces, principalement représentées par les Poaceae qui représentent à elle seule 11 espèces, Les espèces recensées se répartissent en 67 genres et 23 familles botaniques, Les familles les mieux représentées sont respectivement les Astéraceae (17 genres, 18 espèces), les Poaceae (6 genres, 11 espèces), les Apiaceae (10 genres, 10 espèces), Brassicaceae (6 genres, 6 espèces), et les Fabaceae (03 genres, 04 espèces),

Le rapport du nombre d'espèces monocotylédones au nombre d'espèces dicotylédones (M/D) est de 22,22, ce qui confirme la prédominance des dicotylédones, Le type biologique pour l'ensemble des espèces recensées montre que les thérophytes dominent nettement la flore adventice des champs de blé dur, et forment 69 % (53 espèces), Toutefois, les hémicryptophytes et les géophytes sont présentes dans la culture de blé même si elles sont faiblement représentées avec respectivement 25 % et 6 %, L'analyse de la fréquence et de l'abondance dominance a permis d'identifier des espèces très nuisibles à la culture dans toutes les stations échantillonnées qui sont en nombre de 7 soit 19,44 % ,Ces espèces sont des annuelles (thérophytes) et appartiennent à trois familles, avec une prépondérance des *Poaceae* qui dépasse 70 % il s'agit : *A,sterilis*, *M,sylvesris* ,*B,rubens*,*L,mltiflorum* , *L,rigidum* ,*A,clavatus* et *H,murinum* ,Le deuxième groupe dont l'indice partiel de nuisibilité (I,P,N) est entre 500 et 1000, est bien représenté par 47,22 % soit 17 espèces , réparties en 10 familles : les *Poaceae* avec 3 espèces, les *Brassicaceae*, les *Asterecaceae* et les *Apiaceae* chacune avec deux espèces , tandis que les *Rubiaceae*, les *Caryophyllaceae*, les *Fabaceae*, les *Iridaceae*, les *Papaveraceae* et les *Amaranthaceae* chacune d'elle est représentée par une seule espèce, Alors que le groupe estimé le moins nuisible est exposé avec neuf familles avec 33,33 % soit 12 espèces du total des espèces ayant une fréquence relative supérieur à 20 % avec un taux de recouvrement plus au moins faible,

La comparaison des différentes stations, basée sur l'indice de similitude de Jaccard montre que les ressemblances les plus élevées existent d'une part entre Ain Yagout et Fesdis (80,6 %) avec 29 espèces communes et d'autre part entre Seriana et Djermaa (76,9 %) avec 30 espèces communes, La proximité entre Ain Yagout et Marconda est de l'ordre de 70,0 % avec 28 espèces communes, La matrice de proximité montre aussi des valeurs élevées entre oued

Conclusion générale

Chaaba et Lambiridi (69,0 %) ; Oued Chaaba et Ayoun Assafeur (69,0 %) et Sidi Maansar et Boulefréyas (69,0 %),

Les espèces communes entre les 11 sites inventoriés sont : *Hypochaeris glabra*, *Hedypnois cretica*, *Sonchus oleraceus*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Hordeum murinum*, *Phalaris paradoxa*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris minor*, *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Rapistrum rugosum*, *Sinapis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Galium tricornutum*, *Convolvulus arvensis*, *Reseda alba*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, 13 espèces de ces dernières sont signalé les plus nuisible dont une espèce est géophyte (*Convolvulus arvensis*) et le reste sont des thérophytes,

L'application de la méthode de culture en compétition interspécifique entre 14 adventices et le blé dur avec deux variétés, montre que les caractéristiques morphologiques et agronomiques les plus pertinentes pour prédire les aptitudes à la compétition des adventices sont : nombre de talles, nombre de feuilles, biomasse totale, nombre d'épi par plant, nombre de grains par épi et surtout le rendement en grains qui est la résultante de tous ces paramètres, Les résultats obtenus confirment la théorie de capacité des mauvaises herbes sur la compétitivité vis-à-vis de blé dur, Cette influence à des taux variables selon la variété utilisée et le paramètre que ce soit morphologique ou agronomique,

Dans notre étude les adventices à fort développement (*S,marianum*, *A,sterilis*, *L,multiflorum*, *M,sylvestris*, *Ch,album*, *B,rubens*) sont les espèces les plus compétitives dont les trois *S,marianum*, *A,sterilis* et *L,multiflorum* sont considérées comme nuisibles et influent sévèrement le rendement en grains où les pertes oselle entre 80-84% respectivement pour VITRON et WAHA, Les espèces dont l'appareil végétatif sera morphologiquement le plus proche de celui du blé telles que *A,sterilis* et *L,multiflorum* affecteront donc le plus son rendement agricole,

Quant à l'effet allélopathique, les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la concentration des extraits aqueux augmente le pourcentage d'inhibition, En effet, les extraits aqueux purs à 100% représentent une inhibition totale de la germination des graines de blé dur de la variété Waha et Boussellam, avec des réductions de la croissance des jeunes plantules (longueur moyenne de la radicule et de la tigelle) et de la production de la matière fraîche et sèche, Alors que pour les lots traités par les extraits aqueux dilués à 25 %, un fort taux d'inhibition a été enregistré chez la variété WAHA,

Conclusion générale

La différence entre les effets des extraits aqueux de quatre adventices peut être déterminée par la quantité et la qualité des substances allélochimiques présentes dans les extraits. Les composés phénoliques (substances étant responsables de l'effet allélopathique) des extraits ont été identifiés par un dosage phytochimique des poly phénols et des flavonoïdes. Les taux les plus élevés en polyphénols et en flavonoïdes totaux ont été enregistrés chez les espèces monocotylédones, le brome rougeâtre en première place grâce à sa richesse en pigment violé (122,09mg EAG/E et 4,65 µgEQ/E respectivement), alors que le taux le plus faible de polyphénol a été obtenu chez chardon marie (*S.marainum*).

En fin, à travers ces résultats, nous pouvons constater que la variété BOUSSELAM être la plus tolérante aux substances allélopathiques de ces adventices testés. Donc on peut dire que cette variété possède un pouvoir compétitif élevé vis-à-vis la concurrence des mauvaises herbes par rapport WAHA.

Les résultats obtenus constituent une justification scientifique sur les problèmes dus par les mauvaises herbes sur les cultures. Ils sont encourageants et il serait par conséquent intéressant de continuer cette étude dans le but :

-D'élargir des inventaires floristiques dans les champs de céréales pour fixer la liste des espèces adventices, en tenant compte de l'influence des facteurs édaphoclimatiques et le milieu agricole sur la composition qualitative et quantitative des adventices pour le choix d'une méthode de lutte adéquate.

-D'isoler les molécules responsables de cette inhibition, afin de détecter leur modes d'action et leurs interactions éventuelles entre les espèces.

-De préserver nos variétés locales (BOUSSELAM. MBB)

-D'orienter la recherche scientifique vers la réalisation des études approfondies sur l'allélopathie qui est considéré comme une source d'une large diversité de substance chimiques qui pourraient être exploités comme bio herbicide et permettent de résoudre des problèmes de résistance chimique apparaissent chez certaines adventices.

Références bibliographiques

- ABDELGALEIL S A M, HASHINAGA F, 2007. Allelopathic potential of two sesquiterpene lactones from *Magnolia grandiflora* L. *Biochemical Systematic and Ecology*, 35(11):737- 742.
- AÏT-AMARA H., BESSAOUD O. 1986. Modèle technique de production et crise de la céréaliculture en Algérie. In: Lerin F. (ed.). *Céréales et produits céréaliers en Méditerranée*. Montpellier : CIHEAM, p. 85-91 (Options Méditerranéennes : Série Etudes ; n .1986-II).
- AIDOUD, A. 1989. Les écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse Doctorat, Université des Sciences et Technologies H. Boumediene, Alger.
- ALBAJES R. BIGLER F. 2011. Indirect effects of genetically modified herbicide tolerant crops on biodiversity and ecosystem services: the biological control example. *J. Verbr. Lebensm. (Suppl 1):S79–S84 DOI 10.1007/s00003-011-0688-1*
- ALAOUI S, MARMOUZI I, SAYAH K, HARHAR H, FAOUZI M, GHARBY S, HIMMI H, KITANE S ET ALAOUI EL BELGHITI M, 2016. Chemical analysis and anti-oxidation activities of the Moroccan Milk Thistle, *Moroccan journal of chemistry*, 4(3):695.
- ALLAYA M .et RUCHETON G, 2006. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranéenne. Partie II :La méditerranée et la question céréalière. Géostratégie, échanges, perspectives. Rapport annuel. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. p 35-193.
- ARSLAN M, UREMIS I ET ULUDAG A, 2005. Determining bio-herbicidal potential of rapeseed, radish and turnip extracts on germination inhibition of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. *Journal of Agronomy*, 4:134-137.
- ANONYME, 2001. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, Chott El Hodna, Direction générale des forêts, Algérie, 2001, 4 p.
- ANONYME, 2005. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, Chott El Beïdha -
- ANONYME. 2012. Limagrain et le blé. [Document électronique]. http://www.limagrain.com/docs/fckeditor/file/publications/Cahiers/2013/CAP%20Ble/Lmg_CAP_Ble_2013_FR.pdf
- BADA L. 2010. Variabilité génotypique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis à vis de la nuisibilité directe du brome (*Bromus rubens* L.). En conditions semi – arides. Mémoire de magistère en sciences agronomiques. Université El Hadi Lakhdar, Batna. Pp1-80.
- BAGCHI G. D., JAIIND D.C ET KUMAR S. 1997. Arteether : A potent plant growth inhibitor from *Artemisia annua* . *Phytochemistry*. Vol 45 No 6 :1131-1133
- BAHORUN T. 1997. Substances naturelles actives : la flore mauricienne une source d’approvisionnement potentielle. University de Maurice. AMAS. Food and agricultural. Research council. Réduit, Mauritius. Pp 2-83.
- BAIS ,H. P., VEPACHEDU, S. GILROY, R. M. CALLAWAY, AND J. M. VIVANCO. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science* 301: 1377-1380.
- BAIZE D. 2000. Guide des analyses en pédologie, 2ème édition revue et augmentée. Edition

Références bibliographiques

- BARBERO N., LOISEL R. ET QUEZEL P. 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes for. méd, S II. PP 194-215.
- BARRALIS G, 1984. Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. Cultivar, Specialdésherbage, 178 :16-19.
- BARRALIS G., CHADOEUF R. ET DESSAINT F. 1992. Influence à long terme des techniques culturales sur la dynamique des levées au champ d'adventices. IXème colloque international, Biologie, écologie, et systématique des mauvaises herbes, Dijon, 12 p.
- BASSENE C., MBAYE M.S., KANE A., DIANGAR S., NOBA K. 2012. Flore adventice du maïs (*Zeamays* L.) dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal) : structure et nuisibilité des espèces. *Journal of Applied Biosciences* 59 : 4307– 4320
- BATISH D R, SINGH H P, KOHLI R K, SAXENA D B ET KAUR S. 2002. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. *Environmental and experimental botany*, 47(2):149-155.
- BENAISSA O, 2011. Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.
- BEN-GHABRIT S, BOUHACHE M ET AKKIF M. 2017. Effet allélopathiques d'un adventice envahissant (*Verbesina Encelioides* (CAV) *Benth et Hook* L) sur la germination et la croissance de blé dur, *Revue marocaine de protection des plantes*. N° : 11. Pp 17-28.
- BEN MEDDOR T, FENNI M. 2018. Phyto toxicité des extraits de trois espèces végétales sur le blé dur et sur *Kochiascoparia*: adventice envahissante des périmètres agricoles dans la wilaya de Biskra *Revue Courrier du Savoir* – N°25, Février 2018, pp173-178
- BERKANE A. ET YAHIAOUI A., 2007. L'érosion dans les Aurès .Sécheresse, 2007, 18 (3): 213-6.
- BERREGHIOUA A. 2016 :Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux Brassicaceae médicinales du Sud Algerien: *Moricandia arvensis* et *Zillamacroptera*. Thèse Doctorat en Chimie organique Université Abou Baker Belkaid Tlemcen 257p
- BERTIN C, XIAOHAN YANG, LESLIE A. WESTON. 2003. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere, *Plant and Soil* 256: 67–83p.
- BESSAOUD O. 2019. Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. Projet d'appui à l'initiative engarde méditerranée, 67p.
- BOIZOT N ET CHARPENTIER JP. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier (méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairies et aquatiques), le cahier des techniques de l'INRA numéro spécial. P 79-82.
- BLACKSHAW R. E., LARNEY G. O., LINDWALL C. W. ET KOZUB G. C., 2004. Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semi-arid Canadian prairies. *Weed Technol.* 8 : 231-237.
- BOOTH N.L., NIKOLIC D, VAN BREEMEN R.B., GELLER S.E., BANUVAR S., SHULMAN L.P., FARNSWORTH N.R. 2004. "Confusion regarding anticoagulant coumarins in dietary supplements". *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 76(6):511-516.
- BOUDJEDJOU L. ET FENNI M. 2011. Caractérisation de la flore adventice des cultures maraichères de la région de Jijel (ALGERIE). *Agriculture* 2, 24-32

Références bibliographiques

- BOUDY 1950. Guide du forestier en Afrique du Nord .La maison Rustique .Librairie Agricole, Horticole .Forestière et ménagère Paris 505p
- BOULLARD, B. 1997. — Vie intense et cachée du sol. Flammarion, 309 p.
- BOUNIAS M, 1999. Traité de toxicologie générale : du niveau moléculaire à l'échelle planétaire. Springer-verlag, France,648-649.
- BOUTON F .2005 . Mise en évidence du potentiel allélopathique de la graminée *Festucapaniculata* dans les prairies subalpines. Rapport du stage de master 1 sciences du vivant – Biodiversité Ecologie Environnement Université Joseph Fourier – UFR DE BIOLOGIE 18P.
- BOURNERIAS, 1979. Structure pédologique et fonctionnement du sol en relation avec la production végétale. 77 P.
- BRAUN-BLANQUET J. 1952. Phytosociologie appliquée. SIGMA 116: 157-161.
- BRONNER W.E., BEECHER G.R. 1995. "Extraction and measurement of prominent flavonoids in orange and grape fruit juice concentrates". *Journal of Chromatography A.*, 705: 247-256.
- BRUNEL S. 2005. The invasive plant programmed in the French Mediterranean area. *Rencontre Environnement*, N° 59 : p173 – 174.
- BRUNETON, 1993. Pharmacognosie, phytochimie Plantes médicinales, technique et documentation, 2^{ème} édition. Lavoisier, Paris. Pp 266- 275.
- BRUNETON J, 1994. Les Plantes Toxiques : Végétaux dangereux pour l'Homme et les Animaux, Edit. Lavoisier, Paris.
- BRUNETON J, 1999. Phamacognosisphytochime plantes médicinal. Edition technique et documentaires.136p.
- CADI A. 2005. Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le Nord d'Algérie .ITGC, Céréaliculture, 44 : 36-39.
- CALLAWAY, R. M ., NADKARNI, N. M., MAHALL, B. E. 1991.Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in Central California. *Ecology* 72(4): 1484-1499.
- CASPER B. 1997. Plant competition underground: Annual Review of Ecology and Systematics. 28: Pp 545-570
- CAUSSANEL J.P ., PRIN M .et TRUNKEN BOLTZ M. 1982.Influence de la durée de concurrence du chénopode blanc (*Chenopodium album* L.) sur la croissance de maïs. C R.Acad .Agr . Fr : 1087-1097.
- CAUSSANEL J.P. 1988. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie* (1989) Elsevier /INRA, 219-240.
- CAUSSANEL JP, 1996. Concurrence, compétition et nuisibilité des mauvaises herbes *Revue. Phytoma*, N°484:21-24.
- CAVERS B. C. ET BENOIT D. L. 1989. "Seed banks in arable land", in *Ecology of soil seed banks*, MA. Leck, V.T. Parker and R.L. Edition Simpson, Academic Press, 309-328.
- CHAFIK Z., TALEB A., BOUHACHE M. ET BERRICHI A. 2013. Flore adventice des agro systèmes du Maroc Oriental : Cas du périmètre de la Moulouya. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, 4: 27-44.

Références bibliographiques

- CHAFIK Z., BERRICHI A. ET TALEB A. 2012. Etude des mauvaises herbes des céréales dans la plaine de la Moulouya (Maroc). *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, 3: 25-32.
- GHARIB, A. OULD EL HADJ-KHELIL, M.L. SAKEUR ET M.D. OULD EL HADJ. 2016. Activités biologiques des extraits aqueux de *Pergulariatomentosa* L. (Asclepiadaceae). *Lebanese Science Journal*, 17(1): 25-35. *Lebanese Science Journal, Vol. 17, No. 1, 2016*
- CHERIF R., A. KEMASSI, Z. BOUAL, N. BOUZIANE, F. BENBRAHIM, A. HADJSEYD, T. CHIAPUSIO G, SANCHEZ AM, REIGOSA MJ, GONZALEZ L ET PELLISSIER F. 1997. Do germination indices adequate Ely reflect allelochemical effects on the germination process. *J ChemEcol*, 23:2445-2453.
- CHIAPUSIO G., GALLET C., DOBRMEZ J.F ET PELLISSIER F. 2002 . Composés allélopathiques : herbicides de demain .Ed Lavoisier .Paris
- CHUN C., MING-HONG Y., YEN-YIN C., CHENG-HSUNG C. ET TSUMO N. 1991. *American Journal of Chinese Medicine*, 17, 265-274.
- CHUNG, I.M., SEIGLER, D., MILLER, D.A., KYUNG, S.H., 2000. Autotoxic compounds from fresh alfalfa leaf extracts: identification and biological activity. *J. Chem. Ecol*, 26: 315-327
- CHUNG I M., KIM K H., AHN JK., LEE S B., KIM S H ET HAHN S J. 2003. Allelopathy. Comparison of Allelopathic Potential of Rice Leaves. Straw and Hull Extracts on Barnyardgrass. *Agronomy Journal* 95 : P1063-1070.
- CNCC-OAIC. 2006. Les principales variétés de céréales cultivées en Algérie. Documentation interne. Institut technique des grandes cultures. 114p.
- COME D. 1970. Les obstacles à la germination (Monographie et physiologie végétale N° 6). Éd, Masson et Cie (Paris). Pp 14 - 27.
- DAI J ET MUMPER R J. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15: 7313-7352.
- DEIANA M., ROSA A., CASU V., COTTIGLIA F. ET BONSIGNORE L. 2003. Chemical composition and antioxidant activity of extracts from *Daphne gnidium* L. *Journal-of-the-American-oil- Chemists- Society*, 80, 65-70,
- DEKHINET S., BERKANE A., YAHIAOUI A., HASSAINE B. ET CHAABANE K., 2007. Carte des substances utiles de la wilaya de Batna. Laboratoire de LAPAPEZA, Université de Batna. Rapport final, 2007, 9 p.
- DELAVEAU P, 2001. *Vadémécum du vocabulaire de la santé*. Elsevier Masson, Paris. 17p.
- DESSALEGNE G, HABTAMU A, TAKELE N, 2013. Allelopathic effect of aqueous extracts of major weed species plant parts on germination and growth of wheat. *Journal of Agricultural and Crop Research*, Vol. 1(3) :30-35.
- DETROUX L. 1975. Les herbicides et leur emploi .Guide pratique DUCULOT. 3ème Edition, Paris France, 145 p.
- DI CARLO, G MASCOLO N, IZZO A.A, CAPASSO F, 1999. Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Science*, 65(4). Pp 337-353.
- DIEHL R. 1975. *Agriculture générale*. Ed - J. Baillié, Paris, 387 p

Références bibliographiques

- DIEHL E., WOLTERSV ET BIRKHOFFER K. 2012. Arable weeds in organically managed wheat fields foster carabid beetles by resource- and structure-mediated effects. *Arthropod-Plant Interactions*, 6:75–82 DOI 10.1007/s11829-011-9153-4
- DJERMOUN A. 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie*. 1 : 45 -3
- DOUAY F., FOURRIER H., PRUVOT C., SCHVARTZ C., DERAM A., DESCAMPS M. 2005. Programme complémentaire au Réseau de Mesures de la Qualité des Sols dans la Région Nord-Pas de Calais. Conseil Régional Nord - Pas de Calais, ADEME, Agence de l'Eau Artois Picardie, DIREN. 49 p.
- DUTOIT T, GERBAUDA E, OURCIVALB J, ROUXA M et ALARDC D. 2001. Recherche prospective sur la dualité entre caractéristiques morphologiques et capacités de compétition des végétaux : le cas des espèces adventices et du blé. Article scientifique. *Revue Life Sciences* n 324/2001 C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie. p261–272.
- D.S.A, 2018. Statistiques Direction des services agricoles Batna.
- EINHELLIG F.A .,RASMUSSIM J.A .,HEJL A.M ET SOUZA I.F .1993 .Effects of root exudates *Sorgoleone* on photosynthesis J ;*Chem Ecol*,19 :369-375
- EL HASSANI T. A. 1995. Agronomie moderne : Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Universities Francophone's HATIER – AUPEL F.
- EL KABOUSS A., CHARROUF Z., OUMZIL H., FAID M., LAMNAOUER D., MIYATA Y., ET MIYAHARA K. 2011.Caractérisation des flavonoïdes des feuilles d'Arganier (*Arganiaspinosa* (L.) *Skeels, Sapotaceae*) et étude de leur activité antimicrobienne. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 21(3). Pp :157-162.
- EVANS L., THILL D., TAPIA S. AND LISH J. 2003.Wild oat (*Avenafutua*L.) and spring barley (*Hordeumvulgare*) density affect spring barley grain yield. *Weed Techno*. 5 : Pp 33- 39.
- F.A.O, 2018.Production et consommation de blé dans le monde. www.planetoscope.com/cereales/191-production-mondiale-de-ble.html affichée le consulté 2018.
- FALLEH H, KSOURI R, CHAIEB K, KARRAY-BOURAOUI N, TRABELSI N, BOULAABA M AND ABDELLY C. 2008. Phenolic composition of *Cynaracardunculus*L. organs, and their biological activities. *Compt. Rend. Biol. Vol. 331*, Pp 372-379.
- FARKAS G.L., KIRALY Z. 1992.Role of phenolic compounds in the physiology of plant diseases and disease resistance .*Phytopathol. Z.*,(44): 105-150
- FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J., HEMPTINNE J. L. 2003 - Écologie, approche scientifique et pratique. TEC & DOC Lavoisier, 5e Ed. 408 p.
- FENNI M., 2003. Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises .Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes. *Thèse Doctorat d'état, Université de Sétif, Algérie*.
- FERTOUT-MOURI N. 2018. Étude phytoécologique de la flore adventices des agro systèmes céréaliers de la région de Tessala (Algérie nord-occidentale). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 87: 70-99
- FENART S., 2006.Dynamique spatiale et temporelle des populations de betteraves mauvaises herbes, implications possibles dans la dissémination de transgénèse. Laboratoire de Génétique et Evolution des Populations Végétales, UMR CNRS, 1 p.

Références bibliographiques

- FERGUSON, J.J., ET RATHINASABATHI. 2003. Allelopathy : How plants suppress other plants. Cours d'université de Floride : 3.10
- FLORENT R. 2006. La période critique de désherbage et l'effet des adventices Sur la morphologie du Maïs grain (*Zeamays*L.) Au Québec. Mémoire pour l'obtention du grade de maître de sciences Université. Laval Québec. 111 p.
- FOURAR-BELAIFA R, FLEURAT-LESSARD F. 2015. Évaluation expérimentale de la sensibilité aux attaques du charançon du riz de variétés d'espèces céréalières cultivées en Algérie. CahAgric 24: Pp 283-291.
- FORET R, 2004. Dico De Bio Boeck, Bruxelles. 28 P.
- FREDERIC HENIN, 2017. <http://www.momagri.org/FR/articles/Production-mondiale> de blé-2015-2016. Avec une récolte attendue en hausse. Date de publication : 06/04/2017.
- FRIED G., CHAUVEL B., REBOUD X. 2008. Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques* 3: 15-26.
- GERBAUD E .2002 : Dynamique des communautés végétales en écosystèmes perturbés : Le cas des espèces adventices des cultures extensives du Parc naturel régional du Luberon (Sud-Est de la France) .Thèse Doctorat de l'Université D'AIX-MARSEILLE I : 165 p
- GODINHO M. 1984. Les définitions " d'adventices " et de " Mauvaises herbes". *WeedRes.*, 24 (2) : 121-125.
- GUINOCHET, M. 1973 : La phytosociologie. Ed. MASSON et Cie, Paris : 227 p.
- GOUNOT, M. 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Edition MASSON etCie, 303p.
- HALL M. R., SWANTON C. J. AND ANDERSON G. W. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science* 40:441-447.
- HAMADACHE A. 1995. Les mauvaises herbes des grandes cultures. Biologie, écologie, moyens de lutte, ITGC. 55p.
- HANF M. 1982. Les adventices d'Europe, leurs plantules, leurs semences, BASF : 496 p.
- HANNACHI A. 2010. Étude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna : Systématique, Biologie et écologie. Mémoire de magister. Amélioration de la production Végétale. Université Ferhat abbés, Sétif. 85 p.
- HANNACHI A. ET FENNI M. 2013. Etude floristique et écologique des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna (Algérie). *Revue Agriculture*. 5: 24 – 364
- HARBORNE J.B. ET WILLIAMS C.A. 2000. Advances in flavonoids research since *Phytochemistry*, **55**: 481–504.
- HARKAS N ET HEMMAM D. 1997. Essais de synthèse des stades phénologiques des adventices des cultures, blé dur (*Triticum durum*), pois chiche (*Cicer arietinum*) dans la station de l'ITGC d'Oued Smar. El Harrach. Mémoire Ing. INA. El Harrach, 65p.
- HARKER K. 2001. Survey of yield losses due to weeds in central Alberta, *Canadian Journal of Plant Science*. No 81. Pp 339-342.
- HASLAM E ., LILLEY T.H., WARMINSKI E., LIAO H., CAI Y., MARTIN R., GOFFINEY S.H., GOLDING P.N ET LUCK.G. 1992. Polyphenol compounds lexat a study in molecular recognition .Pp:8-50

Références bibliographiques

- HAUGLAND ET BRANDSAETER L.O .1996 .Experiment on bioassay sensitivity in the study of allelopathy .J.Chem.Ecol (22):1845-1859
- HEGAB M, KHODARY S, HAMMOUDA O ET GHAREIB H. 2008. Auto toxicity of chard and its allelopathic potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedlings. *African Journal of Biotechnology*.7(7):884-892.
- HEISEY R. M. 1997. Allélopathy and the secret life of *Ailanthus Altissima*. *Arnoldia*, 57(3):28-36.
- HOUARA F. 1997. Mise en évidence de la nuisibilité de quelques adventices(dicotylédones) dans une culture de céréale :Orge (*Hordeumvulgare*L.) dans la région deMostaganem . Mémoire Magister INA, EL-Harrach Alger, 137 p.
- HUSSAIN S., SIDDIQUI S. U., KHALID S., JAMAL A., QAYYUM A. AND AHMAD Z. 2007. Allelopathic Potential of Senna (*Cassia Angustifolia*Vahl.) on Germination and Seedling Characters of Some Major Cereal Crops and Their Associated Grassy Weeds. *Pakistan Journal of Botany* 39 (4): 1145-1153.
- INDERJIT ET KEATING K.I. 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67. Pp 142-231.
- INDERJIT., DUKE S.O. 2003. Ecophysiological aspect of allelopathy .*Planta*(217): 529-539
- INDERJIT, ET CALLAWAY R. M. 2003.Experimental design for the study of allelopathy. *Plant and Soil*256 : 1-11.
- INPV Constantine .2018 . Le désherbage des céréales d'hiver. Note technique N°2, 11Février 2018. 11P
- INRAA, 2016.Importation de céréales : L'Algérie lance un nouvel appel d'offre. [http://inraa.veille.blogspot.com/2016/02/importation de céréales : l'Algérie mardi 9 février 2016](http://inraa.veille.blogspot.com/2016/02/importation-de-cereales-l-algerie-mardi-9-fevrier-2016).
- I.T.G.C, 2017. La céréaliculture algérienne. Documentation interne. Institut technique des grandes cultures. 101p.
- I.T.G.C. 1976. Les mauvaises herbes des céréales d'hiver en Algérie. Alger (Algérie) : 152 p.
- ISERIN P. 2001. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. 10p.
- I.T.G.C. 2017. La céréaliculture algérienne. Documentation interne. Institut technique des grandes cultures. 101p.
- JEAN-LOUIS R. ET EL HASSAN B., 2014. Céréales et oléo protéagineux au Maghreb. IPEMED Institut de Prospective Economique Du Monde Méditerranéen. P.
- JOUBE A.-M., KHEFFACHE Y., BELGAZI S.1995. La filière des céréales dans les pays du Magreb : constante des enjeux, évolution des politiques.In : Allaya M. (ed.). *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000*. Montpellier : CIHEAM, p. 169 -192 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 14.
- JUNTACHOTE T, BERGHOFER E, SIEBENHANDL S, BAUER F, 2007. Anti-oxidative effects of added dried holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation, food chemistry, 100 (1). Pp 129-135.
- KAMRA D N., AGARWAL N ET CHAUDHARY L C. 2006. Inhibition of ruminalmethanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. *International Congress Series*, 1293:156-163.

Références bibliographiques

- KARAALTIN S, EROL A, USLU OS, TUFEKCI A, ELCI S, 1999 .Elciyoncasinin (*Medicago sativa* Var.Elci) kok, govde, yaprak, cicekve to humundaneldeedilenekestraktelerinbazibitkitohumlarinincimlenmevefidegelisimiuzerineetkileri. Turkiye 3ncu TarlaBitkileriKongresi, 15-18 Kasim 1999, Adana, Turkiye (in TurkwithEnglishsummary).195-200.
- KAZI TANI C. LE BOURGEOIS T., MUNOZ F. 2010. Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (nord-ouest Algérien) : aspects botanique, agronomique et phyto écologique. AFPP vingt et unième conférence du Coloma journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon – 8 et 9 décembre.
- KHATER F, 2011. Identification et validation fonctionnelle de nouveaux gènes potentiellement impliqués dans la biosynthèse des composés phénoliques. Thèse Doctorat. Centre international d'étude supérieure en science agronomique. Montpellier. Sup agro.203 p.
- KOEPPE D.E; SOUTHWICK L.M.; BITTEL J.E 1970: the effect of X radiation of the concentration of Scopolin and caffeoylquinic acids in tobacco Radia. Bot (10):261-265
- KOURTEL GHANEM N. 2017 .Utilisation des boues résiduaires en agriculture : effet sur la qualité du sol. Thèse Doctorat En Sciences .Université Batna 1 El Hadj Lakhdar ,Algeria P.
- KOSMAS H., TROJANOVSKA M.ET OSBOURN A. 2002. *Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology*, Vol. 75: 32-44.
- KRUSE M., STRANDBERG M ET STRANDBERG B, 2000. Ecological Effects of Allelopathic Plants: a Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.
- LAGNIKA L, 2005. Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Thèse doctorat. Université Louis Pasteur, Strasbourg. 249 p.
- LE BOURGEOIS T., 1993. Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique). Amplitude d'habitat - Degré d'infestation, Thèse Doctorat, Montpellier II, Montpellier, France, 249p.
- LEE J., LEE S., LEE H., PARK K. ET CHOE E. 2002. Spinach (*Spinaciaoleracea*) powder as a natural food-grade antioxidant in deep fat-fried products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 5664-5669.
- LEGENDRE P. 1998. Numerical ecology. Second English Edition. Elsevier, Amsterdam.
- LEVIZOU E, PETROPOULOU Y, MANETAS Y, 2004. Carotenoid composition of peridermal twigs does not fully conform to a shade acclimation hypothesis. *Photosynthetic*. 42(2):591- 596.
- LEULMI S., SELLAM F. 2008.Irrigation management of du rum wheat in the Mitidja plain (Algeria: water balance models comparison and validation. In: López-Francos A. (ed.). *Droughtmanagement: scientific and technological innovations*. Zaragoza : CIHEAM, p. 117 -122 (OptionsMéditerranéennes) : Série A. Séminaires Méditerranéens ; N°. 80.
- LIANCOURT P. 2005. Stratégies fonctionnelles et interactions entre les espèces dominantes le long de gradient de ressources hydrique et trophique au niveau des pelouses calcaires.
- LIANG Y. YI Z. B., YU Y.Z., ZENG B, 2007. In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *pericarpiumCitrireticulatae* of a new citrus cultivar and its main flavonoid, LWT- Food Science and Technology .4. Pp 1000-1016.
- LOAKE GJ, FAKTOR O, LAMB CJ, DIXON RA, 1991. Combination of H-box [CCTACC (N) 7CT] and Gbox (CACGTG) cist elements is necessary for feed-forward stimulation of a chalcone synthase promoter by

Références bibliographiques

the -phenylpropanoid-pathway intermediate p-coumaric acid. Proceedings of the National Academy of Sciences 89: Pp 9230–9234.

LOBSTEIN, A. 2010. Substances naturelles et pharmacognosie, les alcaloïdes, pp 3-25. Ludovic,

LOCKERMAN, R. H., AND A. R. PUTNAM. 1981. Mechanisms for differential interference among cucumber (*Cucumis sativus* L.) accessions. *Botanical Gazette* 142 : 427-430.

MACHADO S, 2007. Allelopathic potential of various plant species on downy brome implications for weed control in wheat production. *Agronomy journal*. 99(1):127-132.

MACHEIX JJ, FLEURIET A ET JAY-ALLEMAND C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, ISBN : 2-88.74-625-6. Lausanne : 467-181

M.A.D.R (Ministère de l'Agriculture et du Développement rural), 2018 Statistique agricole : superficies, productions et rendements, série B1980-2019. Alger : 7 p.

MAILLET J. 1981. Evolution de la flore adventice des vignobles du Montpellier sous la pression des herbicides. In compte rendu du IV Colloque International sur l'écologie la biologie et la systématique des mauvaises herbes, Montpellier, France 359-366.

MAMAROT J .1997 . Mauvaises herbes des cultures. ACTA N°: 106-167

MANGARA A., N'DAADOPO ACHILLE A., TRAORE K., KEHE M., SORO K., TOURE M. 2010. Etude phytoécologique des adventices en cultures d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Dans les localités de Bonoua et N'douci en Basse Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 36: 2367- 2382.

MARFAK A. 2003. Radiolyse gamma des flavonoïdes : Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : formation des dépsides. Thèse Doctorat de l'université de Limoges : 24-42.

MARSHALL, D.R. ET JAIN, S.K., 1969. Interference in pure and mixed populations of *Avena fatua* and *A. Barbata*, *J. Ecol.*, 57 : 251-270.

MCCULLY K, TREMBLAY R ET CHIASSON G, 2004. Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick (MAPANB), 15p.

MEIBNER D, ALBERT A, BÖTTCHER C, STRACK D, MILKOWSKI C , 2008. The role of UDP-glucose: hydroxycinnamate glucosyl transferees in phenylpropanoid metabolism and the response to UVB radiation in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 228. Pp 663-674.

MIRKIN B. M., SUYUNDUKOVYA. T., KHAZIAKHMETOV R. M. 2002. Management of an Agro ecosystem. *Russian Journal of Ecology*, 33(2): 92–96.

MULLER C. H, 1966, the role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetation al composition. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 93(5). : 332-351.

NANDAL D P S ET DHILLON A. 2005. Allelopathic effects of poplar (*Populus deltoides* Bartr Ex Marsh): an assessment on the response of wheat varieties under laboratory and field conditions. 4th World Congress on Allelopathy, 21-26 August 2005, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia. Available at http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2449_nandal.htm [10/08/2009].

NEWMAN, E. I. AND M. H. MILLER. 1977. Allelopathy among some British grassland species. II. Influence of root exudates on phosphore uptake. *Journal of ecology* 65: 399-411.

Références bibliographiques

- O.A.I.C, 2013 .Note de Conjoncture « 3^{ème} Trimestre 2013 », Office Algérien Interprofessionnel Des Céréales, 11p.
- OAMRI C, 2016. Objectifs de développement des filières stratégiques de l'Agriculture.
- PÉREZ, F. J. AND J. ORMENO-NUNEZ. 1991. Root exudates of wild oats: Allelopathic effect on spring wheat. *Phytochemistry* 30 : 2199-2202
- PETIT S., CORDEAU S., CHAUVEL B., BOHAN D., GUILLEMIN G.P., STEINBER C. 2018. Biodiversity-based options for arable weed management. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38: 48 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0525-3>
- PETIT S., MUNIER-JOLAINN., BRETAGNOLLE V., BOCKSTALLER C., GABA S. CORDEAU S., LECHENET M., MEZIERE D., COLBACH N. 2015. Ecological Intensification through Pesticide Reduction: Weed Control, Weed Biodiversity and Sustainability in Arable Farming. *Environmental Management*, 56:1078–1090.
- PHILIPPE P. 2012. Les Cultures Associées Céréale /Légumineuse En agriculture « bas intrants » dans le Sud de la France, Perf Com – ANR, France, 27 p.
- PIETTA PG, 2000. Flavonoïdes as antioxydants. *Journal of Natural Products* 63.Pp 1035–1042.
- POUSSET J. 2016. Agricultures sans herbicides. 2 Edition. Paris (France) : France Agricole.415p.
- QUENNESSON S ET OSTE S .2017 .Couverts végétaux et adventices en grandes cultures : Compétition et allélopathie fiche technique N°29. Régions hauts de France 4p.
- QUEZEL P.ET SANTA S.1963.Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du CNRS – Paris
- RAISSAC M, MARNOTTE P, ALPHONSE S, 1998.Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures : quelle est l'importance de l'allélopathie, *Agriculture et développement*. 17 :40-49.
- RAMADE F. 2003. Elément d'écologie, écologie fondamentale. 3^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 690p.
- RASTOIN J.L., BENABDERRAZIK E.H, 2014.Céréales et oléo protéagineuse au Maghreb pour un Co développement de filière territorialisées. Institut de Prospection Economique du monde Méditerranéen, 134 p.
- RIBEREAU-GAYON P, 1968.Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod, Paris. 254p.
- RICE E.L.1984. Allelopathy. Second Edition, Academic Press, New York. 422p.
- RICE E.L.1992. Allelopathy .Basic and Applied Aspects .Chapman et Hall.London :31-58
- REGNAULT RC, PHELOGENE B, PHELOGENE JR ET VINCENT CH, 2008. Bio pesticides d'origine végétale. 2^{ème} édition. Lavoisier. ISBN. 978-2-7430-1081-2. Pp 15.62.
- RIRA M. 2006. Effet des Poly phénols et des Tanins sur l'Activité Métabolique du Micro biote Ruminale d'Ovins. Research Master, Université Mentouri Constantine.
- RIBEREAU-GAYON P .1968. Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod, Paris. 254p.
- ROBERTS, H.A.1981. Seed bank in soils, *Adv. Appl. Biol*, 6 : 1-55.
- RODRIGUEZ A. GASQUEZ J. 2008.Gestion de la flore adventice en grandes cultures. *Innovations Agronomiques*, 3: 107-120

Références bibliographiques

- ROMANI A., PINELLI P., CANTINI C., CIMATO A., HEIMLER D., 2006. Characterization of Violetto di Toscana, a typical Italian variety of artichoke (*Cynarascolymus* L.). *J. Food Chem.* Vol 95. Pp 221-225.
- ROUIS- SOUSSI LS, EL AYEB A ET HARZALLAH SF, 2017. Potentialités allélopathiques d'*Allium Roseum* var. *Grandiflorum* Subvar. *Typicum* Regel. *Journal of Bioresources Valorization*, ISSN-2490-4392-(V2-1). Pp 14-20.
- RSSAISSI N., BOUHACHE M ET BENCHARKI B. 2013. Potentiel allélopathique du figuier de barbarie « *Opuntia Ficus indica* (L.) Mill » sur la germination et la croissance de jujubier « *Ziziphus Lotus* (L.) Desf ». *Journal of innovation and applied studies*. ISSN: 2028-9324. 206p.
- SAEID A., SHATNAWI M ET SHIBLI R, 2006. Allelopathic Effects of Spurge (*Euphorbia hierosolymitana*) on Wheat (*Triticum durum*). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 7(3):298-302.
- SAFIR A, 2007. Approche phénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza. 73p.
- SARABI W. 2019. Factors that influence the level of weed seed predation: A review. *Weed Biology and Management*, 19: 61-74
- SCHÜTTE G., ECKERSTORFER M., RASTELLI V., REICHENBECHER W., RESTREPO-VASSALLI S., RUOHONEN-LEHTO M., WUEST SAUCY A.G. , MERTENS M. 2017. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide -resistant plants. *Environ Sci Eur*, 29 :5. DOI 10.1186/s12302-016-0100-y
- SLAMA A., BEN SALEM M., BEN NACEUR M. ET ZID E. D., 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3: 225- 9.
- SOUFI Z, 1988. Les principales mauvaises herbes des vergers dans la région maritime de Syrie. *Weed Res.* 199-206.
- STRANG C. 2006. Larousse médicale. Ed Larousse.
- TALEB A., BOUHACHE M., RZOZI S.B. 1997. Étude de la flore adventice de la canne à sucre dans la région du Loukkos. *Actes Inst. Agron. Veto (Maroc)* 17 (2) : 103-108
- TANJI A., AITLHAJ A. 2010. Adventices de l'orge et du blé dans la région de Souss-Massa. *Revue Marocaine de Protection des Plantes* 1: 11-23.
- TELA BOTANICA .2019. <https://www.tela-botanica.org>. (Consulté le 2/07/2019).
- TILMAN, D., 1988 - Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities, Princeton University Press, Princeton : 360 p.
- TORRES A, OLIVA R M, CASTELLANO D ET CROSS P, 1996. Proceedings of First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. SAI, University of Cadiz, Cadiz, Spain. 278p.
- Tollenaar, M., S.P. Nissanka, A. Aguilera, S.F. Weise, et C.J. Swanton. 1994. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. *Agronomy Journal* 86:596-601. www.FAO.org/FAOstat/fr/data/Qc. (Consulté le 10/05/2019).
- TUKEY H.B. 1970. The leaching of substances from plants. *Annuel Revue plant physiologic*, 21. Pp 305-58.
- TSAO R. ET MC CALLUM J. 2010. Chemistry of Flavonoids .In fruit and vegetable phytochemicals value and stability: 5p

Références bibliographiques

- TSUANUO, H. K. AND AL. 2003. Isoflavones from the allelopathic a *Quercus* root exudates of *Desmodiumuncinatum*. *Phytochemistry*64: 265-273.
- TURK M A. ET TAWAHA A M, 2003. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra*L.) on germination and growth of wildoat (*Avena fatua*L.). *Crop protection*. 22(4):673- 677.
- UREMIS I, ARSLAN M, ET ULUDAG A. 2005. Allelopathic effects of some brassica species on germination and growth of cut leaf ground-cherry (*Physalisangulata*L.) seeds. *Journal of Biological Sciences*.5:661-665.
- WALIA, U.S. AND WALIA, S.S. 2015. Crop management. Scientific Publishers. 707 p.
- WARDLE, D.A., BARKER, G.M., BONNER, K.I. & NICHOLSON K.S. 1998 -.Can comparative approaches based on plant Ecophysiological traits predict the nature of biotic interactions and individual plant species effects in ecosystems ?, *J. Ecol.*, 86 : 405-420.
- WEIDENHAMER, J. D., D. C. HARNETT, AND J. T. ROMEO. 1989. Density-dependent phytotoxicity : distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. *Journal of Applied Ecology* 26 : 613-624.
- WEIDNER S, PAPROCKA J. 1996. Phenolic acids and dormancy in oat (*Avena sativa* L.) and rye (*Secale cereale* L.) caryopses. *ACTA Physiologiae Plantarum* 18. Pp 277-286.
- WESTON L.A, HARMON R MUELLUR S. 1989. Allelopathic potential *Sorghum sudangrass* hybrid (sudex)J; *Chem.Ecol.*,15:1855-1865
- WHITTAKER R.H; ET FENNYE.E. 1971. Allelochemicals: Chemical interactions between plant species .*Science*, 171:757-770
- YAMANE, A. D., H. NISHIMURA, AND J. MIZUTANI. 1992. Allelopathy of yellow fieldcress (*Rorippa sylvestris*) : identification and characterization of phytotoxic constituents. *Journal of Applied Ecology* 18(5) : 683-691
- YAO. L .H. JIANG Y.M., SHI J., TOMAS-BARBERAN F.A., DATTA N., SINGANUSONG R., CHENS.S. 2004. Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant.FoodHuman.Nutrition*, 59:113-122.
- ZAGHADA F Z. 2009. Activité allélopathique et analyse phytochimique. Mémoire magister. Université ES-Sénia. Oran. Pp 102
- ZEMOURA A. K., 2005. Etude comparative de quelques méthodes de dosage du phosphore assimilable des sols calcaires en région semi-aride (Batna). Mémoire de Magister, Université El hadj Lakhdar de Batna, 182 p.
- ZHISHEN J, T MENGCHENG, W JIANMING. 1999. The determination of flavonoid contents in Mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *J Food Chem*. Vol. (64).Pp 555.
- ZIDANE L., SALHI S., FADLI M ., EL ANTRI M. 2010. Étude des groupements d' adventices dans le Maroc Occidental. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(1): 153-166

Annexes

Annexes Partie 1 :

Chapitre 2 :

1. Tableau de l'ANOVA du paramètre hauteur finale de la plante

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	436.4	436.4	21.504	2.16e-05	***
Traitement	13	1875.7	144.3	7.109	6.72e-08 ***
Variete:Traitement	13	221.0	17.0	0.838	0.62
Residuals	56	1136.5	20.3		

2. Tableau de l'ANOVA du paramètre nombre de talles par plant

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	17.19	17.190	21.796		1.94e-05 ***
Traitement	13	131.23	10.094	12.799	2.11e-12 ***
Variete:Traitement	13	30.73	2.364	2.997	0.00217 **
Residuals	56	44.17	0.789		

3. Tableau de l'ANOVA de nombre de feuilles par plant

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	292.5	292.51	61.76	1.32e-10	***
Traitement	13	2331.4	179.34	37.87	< 2e-16 ***
Variete:Traitement	13	1039.5	79.96	16.88	7.31e-15 ***
Residuals	56	265.2	4.74		

4. Tableau du classement des moyennes du nombre de feuilles par plant

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Phytomètre	20,542	A
Intra spécifique	17,083	B
<i>Ch. album</i>	10,500	C
<i>M. comosum</i>	8,833	CD
<i>H. murinum</i>	7,000	DE
<i>M. sylvestris</i>	6,417	DEF
<i>L. multiflorum</i>	6,000	DEF
<i>B. rubens</i>	4,833	EFG
<i>A. sterilis</i>	4,667	EFG
<i>M. hispida</i>	4,667	EFG
<i>A. fatua</i>	4,167	EFG
<i>P. paradoxa</i>	2,667	FG
<i>R. raphanistrum</i>	2,500	FG
<i>S. marianum</i>	2,000	G

Annexes

5. Tableau de l'ANOVA sur la longueur d'épi

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	165.9	165.90	216.23		< 2e-16 ***
Traitement	13	1336.0	102.77	133.94	< 2e-16 ***
Variete:Traitement	13	124.8	9.60	12.51	3.29e-12 ***
Residuals	56	43.0	0.7		

6. Tableau de l'ANOVA de la biomasse aérienne

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	48.96	48.96	25.161		5.65e-06 ***
Traitement	13	165.33	12.72	6.536	2.40e-07 ***
Variete:Traitement	13	78.46	6.04	3.102	0.00161 **
Residuals	56	108.97			

7. Tableau de classement des moyennes de l'interaction (Variété*Mauvaise herbe)

Interaction	Moyenne	Groupe statistique
VITRON* Phytomètre	16,000	A
WAHA* intra spécifique	15,813	AB
WAHA* Phytomètre	15,617	AB
VITRON* <i>R. raphanistrum</i>	14,890	ABC
VITRON* <i>H. murinum</i>	13,853	ABCD
VITRON* <i>S. marianum</i>	13,570	ABCD
VITRON* <i>M. comosum</i>	13,487	ABCD
VITRON* <i>A. sterilis</i>	13,480	ABCD
VITRON* intra spécifique	13,263	ABCD
VITRON* <i>P. paradoxa</i>	13,263	ABCD
WAHA* <i>A. fatua</i>	13,213	ABCD
VITRON* <i>A. fatua</i>	13,213	ABCD
VITRON* <i>M. hispida</i>	13,213	ABCD
WAHA* <i>M. sylvestris</i>	12,653	ABCD
WAHA* <i>R. raphanistrum</i>	12,557	ABCD
VITRON* <i>M. sylvestris</i>	12,543	ABCD
WAHA* <i>A. sterilis</i>	11,980	ABCDE
VITRON* <i>Ch. album</i>	11,897	ABCDE
VITRON* <i>B. rubens</i>	11,770	ABCDE
WAHA* <i>Ch. album</i>	11,763	ABCDE
WAHA* <i>M. comosum</i>	11,740	ABCDE
VITRON* <i>L. multiflorum</i>	11,603	BCDE
WAHA* <i>M. hispida</i>	11,000	CDE
WAHA* <i>H. murinum</i>	10,943	CDE
WAHA* <i>L. multiflorum</i>	10,830	CDE
WAHA* <i>B. rubens</i>	9,613	DE
WAHA* <i>S. marianum</i>	8,500	E
WAHA* <i>P. paradoxa</i>	8,447	E

Annexes

8. Tableau de l'ANOVA du nombre d'épi par plant

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete1	36.67	36.67	80.53	1.99e-12 ***
Traitement	13 222.04	17.08	37.51	< 2e-16 ***
Variete:Traitement	13 93.87	7.22	15.86	2.74e-14 ***
Residuals	56	25.50	0.46	

9. Tableau d'ANOVA pour le nombre de grains par épi

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete	1 2088	2088.1	53.158	1.14e-09 ***
Traitement	13 4322	332.5	8.464	4.02e-09 ***
Variete:Traitement	13 370	28.5	0.724	0.732
Residuals	56 2200	39.3		

10. Tableau de l'interaction du paramètre nombre de grains par épi

Interaction	Moyenne	Groupes statistique
VITRON* Phytomètre	40,677	A
VITRON* intra spécifique	34,927	ABC
VITRON* <i>R. raphanistrum</i>	34,000	ABC
VITRON* <i>M. hispida</i>	34,000	ABC
VITRON* <i>P. paradoxa</i>	28,000	ABCD
WAHA* Phytomètre	28,000	ABCD
WAHA* <i>M hispida</i>	24,667	ABCDE
WAHA* intra spécifique	24,500	ABCDE
VITRON* <i>M. comosum</i>	24,333	ABCDE
VITRON* <i>H. murinum</i>	23,000	BCDE
VITRON* <i>S. marianum</i>	22,000	BCDE
VITRON* <i>A. fatua</i>	21,667	BCDE
VITRON* <i>A. sterilis</i>	21,000	BCDE
WAHA* <i>A. fatua</i>	17,667	BCDE
VITRON* <i>M. sylvestris</i>	17,333	BCDE
WAHA* <i>R. raphanistrum</i>	17,000	BCDE
VITRON* <i>L. multiflorum</i>	16,000	CDE
VITRON* <i>Ch. Album</i>	14,667	DE
WAHA* <i>M. sylvestris</i>	14,500	DE
WAHA* <i>M. comosum</i>	13,667	DE
VITRON* <i>B. rubens</i>	13,333	DE
WAHA* <i>A. sterilis</i>	12,000	DE
WAHA* <i>S. marianum</i>	11,000	DE
WAHA* <i>P. paradoxa</i>	11,000	DE
WAHA* <i>B. rubens</i>	10,000	DE
WAHA* <i>Ch. album</i>	9,667	DE
WAHA* <i>H. murinum</i>	9,667	DE
WAHA* <i>L. multiflorum</i>	5,333	E

Annexes

11. Tableau d'ANOVA du rendement grain (gr/plt)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variete	1	11.396	11.396	101.841	3.28e-14 ***
Traitement	13	18.874	1.452	12.974	1.62e-12 ***
Variete:Traitement	13	5.539	0.426	3.807	0.000224 ***
Residuals	56	6.267	0.11		

12. Tableau de classement des moyennes du rendement grains

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Phytomètre	1,767	A
Intra spécifique	1,722	A
<i>M .hispida</i>	1,720	A
<i>R .raphanistrum</i>	1,180	B
<i>M. comosum</i>	1,035	BCD
<i>A. fatua</i>	0,952	BCD
<i>Ch. album</i>	0,880	BCD
<i>P .paradoxa</i>	0,802	BCD
<i>H .murinum</i>	0,685	BCD
<i>B .rubens</i>	0,642	BCD
<i>M. sylvestris</i>	0,577	BCD
<i>L .multiflorum</i>	0,442	CD
<i>A .sterilis</i>	0,425	CD
<i>S .marianum</i>	0,347	D

Annexes chapitre 3 :

13. Classement des moyennes pour le taux de germination

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Témoin (0%)	91,667	A
<i>S.marianum</i> (25%)	73,333	B
<i>L.multiflorum</i> (25%)	33,333	C
<i>B.rubens</i> (25%)	32,500	C
<i>A.sterilis</i> (25%)	15,833	D
<i>L.multiflorum</i> (100%)	3,333	E
<i>S.marianum</i> (100%)	2,500	E
<i>A.sterilis</i> (100%)	1,667	E
<i>B.rubens</i> (100%)	0,000	E

Annexes

14. Classement des moyennes du paramètre longueur de latigelle (cm)

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Témoin (0%)	5,582	A
<i>L.multiflorum</i> (25%)	3,907	B
<i>S.marianum</i> (25%)	3,153	C
<i>A.sterilis</i> (25%)	2,513	D
<i>B.rubens</i> (25%)	1,350	E
<i>L.multiflorum</i> (100%)	0,350	F
<i>S.marianum</i> (100%)	0,308	F
<i>A.sterilis</i> (100%)	0,300	F
<i>B.rubens</i> (100%)	0,000	F

15. Classement des moyennes du paramètre longueur de la radicule (cm)

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Témoin 0%	6,798	A
<i>S.marianum</i> (25%)	5,337	B
<i>A.sterilis</i> (25%)	3,767	C
<i>L.multiflorum</i> (25%)	3,472	C
<i>B.rubens</i> (25%)	2,333	D
<i>L.multiflorum</i> (100%)	1,092	E
<i>A.sterilis</i> (100%)	0,700	EF
<i>S.marianum</i> (100%)	0,583	EF
<i>B.rubens</i> (100%)	0,000	F

16. Tableau d'ANOVA de la matière fraîche

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variété	1	0.653	0.6534	25.89	1.15e-05 ***
MH	8	19.845	2.4806	98.29	< 2e-16 ***
Variété:MH	8	8.573	1.0716	42.46	4.64e-16 ***
Residuals	36	0.909	0.0252		

17. Classement des moyennes du paramètre matière fraîche

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Témoin 0%	2,035	A
<i>S.marianum</i> 25%	0,650	B
<i>L.multiflorum</i> 25%	0,590	B
<i>A.sterilis</i> 25%	0,378	C
<i>B.rubens</i> 25%	0,297	C
<i>L.multiflorum</i> 100%	0,048	D
<i>S.marianum</i> 100%	0,043	D
<i>A.sterilis</i> 100%	0,028	D
<i>B.rubens</i> 100%	0,000	D

Annexes

18. Tableau d'ANOVA de la matière sèche

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variété	1	0.0400	0.04002	65.09	1.38e-09 ***
MH	8	1.1812	0.14765	240.16	< 2e-16 ***
Variété:MH	8	0.0577	0.00721	11.72	5.03e-08 ***
Residuals	36	0.0221	0.00061		

19. Classement des moyennes du paramètre matière sèche

Modalités	Moyenne	Groupe statistique
Témoin	0,417	A
<i>S.marianum</i> 25%	0,333	B
<i>A.sterilis</i> 25%	0,202	C
<i>L.multiflorum</i> 25%	0,143	D
<i>B.rubens</i> 25%	0,107	E
<i>S.marianum</i> 100%	0,000	F
<i>A.sterilis</i> 100%	0,000	F
<i>L.multiflorum</i> 100%	0,000	F
<i>B.rubens</i> 100%	0,000	F

Résumé

Une étude floristique a été réalisée dans les champs de blé dur durant deux campagnes à portés sur 72 relevés. Nous avons pu identifier environ 77 espèces de mauvaises herbes qui se répartissent en 23 familles botaniques, 67 genres. Les dicotylédones sont dominantes avec 63 espèces. Les Astéracées sont majoritaires avec 18 espèces. L'analyse biologique montre une prédominance des thérophytes avec 69 % (53 espèces) suivies des hémicryptophytes et les géophytes. L'abondance dominante a permis d'identifier des espèces très nuisibles à la culture dans toutes les stations échantillonnées qui sont en nombre, de 7 soit 19.44%. Ces espèces sont des annuelles (thérophytes) et appartiennent à trois familles, avec une prépondérance des *Poaceae* qui dépasse 70% il s'agit : *A. sterilis*, *M. sylvestris*, *B. rubens*, *L. multiflorum*, *L. rigidum*, *A. clavatus* et *H. murinum*. L'étude réalisée sur l'aspect compétitif de 12 espèces adventices testées en situation bispécifique avec deux variétés de blé dur WAHA et VITRON, montre l'impact concurrentiel et dépressif de ces espèces sur les caractéristiques morphologiques et agronomiques de blé dur. Tous les paramètres mesurés sont influencés notamment : la hauteur de chaumes, longueur d'épi, biomasse sèche totale, nombre d'épi par plant, nombre de grains par épi et le rendement en grains. Avec un taux de perte de rendement d'environ 83% chez la variété WAHA. Les espèces *S. maritimum*, *A. sterilis* et *L. multiflorum* possèdent un pouvoir compétitif important, tandis que le brome rougeâtre a un effet très accentué dès la dose diluée. Quant à l'effet allélopathique, une inhibition totale ou partielle de la majorité des extraits aqueux d'adventices testés et avec les deux concentrations (diluée 25 et 100% pure). Le dosage phytochimique à base des extraits méthanoliques montre la richesse de ces espèces en polyphénols en flavonoïdes surtout le brome rougeâtre qui est considérée comme l'espèce inhibitrice numéro un à cause sa richesse en poly phénols et en flavonoïdes.

Mots clés : Mauvaise herbe, blé dur, compétition, allélopathie, dosage phytochimique

Abstract

A floristic study was carried out in the durum wheat fields during two campaigns using 72 surveys. We were able to identify approximately 77 species of weeds, which fall into 23 botanical families and 67 genera. The Dicotyledons are dominant with 63 species. Asteraceae represents the majority with 18 species. Biological analysis shows a predominance of therophytes, with 69% (53 species), followed by hemicryptophytes and geophytes. The abundance and dominance indicators made it possible to identify species that are very harmful to the culture in all sampled stations. These are in number of 7 species representing 19.44%. These species are annuals (therophytes) and belong to three families, with a preponderance of Poaceae, which exceeds 70%, and namely are: *A. sterilis*, *M. Sylvesteris*, *B. rubens*, *L. multiflorum*, *L. rigidum*, *A. clavatus* and *H. murinum*. The study performed on the competitive aspect of 12 weed species, tested in a bispecific situation with two durum wheat varieties WAHA and VITRON, shows the competitive and depressive impacts of these species on morphological and agronomic characteristics of durum wheat. All measured parameters are influenced in particular: stubble height, spike length, total dry biomass, number of spikes per plant, grain yield, number of grains per spike. With a yield loss rate around 83% for WAHA variety, while the reddish bromine has a much accentuated effect from the diluted dose. The species *S. maraianum*, *A. sterilis* and *L. multiflorum* have highly competitive power. While for the allelopathic effect, a total or partial inhibition of the majority of the aqueous extracts of weeds tested and with the two concentrations (diluted 25 and 100% pure) is observed. The phytochemical dosage based on methanolic extracts shows the richness of these species in polyphenols and flavonoids, especially bromine for monocots.

Keywords: Weed, durum wheat, competition, allelopathy, phytochemical dosage

ملخص

أجريت دراسة نباتية في حقول القمح القاسي خلال موسمين متتابعين ضمن 72 دراسة استقصائية ، وتمكننا من تحديد ما يقرب من 77 نوعا من الأعشاب الضارة التي تندرج في 23 عائلة نباتية ، 67 جنسا ، وتهيمن ثنائية الفلقة على 63 نوعا. تحتل المركبات المرتبة الأولى بـ 18 نوع النباتات السنوية هي السائدة بنسبة 69 بالمائة متبوعة بثنائية السنة ثم المعمرة. جعلت هيمنة الوفرة من الممكن تحديد أنواع ضارة في جميع المحطات التي تم أخذ عينات منها و عددها 7 انواع اي بنسبة 19.44% ، وهذه الأنواع هي حولية (ذوات فصيلة طبيعية) وتنتمي إلى ثلاث عائلات ، مع السيادة للعائلة النيجيلية التي تتجاوز 70 % ومنها: الخربال العقيم ، الخباز ، العلفية الحمراء ، سنبله الفأر ، المدهون كثير الأزهار ، المدهون الصلب و البابونج البري. أجريت دراسة ثنائية حول منافسة 12 نوعا من الأعشاب الضارة على صنفين من القمح الصلب WAHA و VITRON ، حيث يوضح التأثير التنافسي لهذه الأنواع على الخصائص المورفولوجية والزراعية للقمح القاسي. طولالنبات ، الكتلة الحيوية الجافة الكلية ، عدد السنابل ، عدد حبات القمح في كل سنبله و المردود مع معدل خسارة حوالي 83 % في صنف WAHA ، كما تبين ان الأنواع *S. maraianum* و *A. sterilis* و *L. multiflorum* لها قدرة تنافسية عالية. التثبيط الكيميائي لبعض انواع الأعشاب الضارة تبين ان التأثير يكون جزئيا عند التركيز 2،5 بالمائة وكليا عند التركيز الخام 10 % و هذا ناتج عن غنى هذه الأعشاب الضارة بمكونات ثانوية تتمثل في البوليفينول و الفلافونيد

الكلمات المفتاحية: الأعشاب الضارة، القمح القاسي ، المنافسة ، التثبيط ، الجرعة الكيميائية النباتية