

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

Année : 2021



N° d'enregistrement : /...

THESE

**Pour l'obtention du diplôme de Doctorat ès sciences
En Sciences Agronomiques**

**Composition et dynamique des communautés
végétales dans les périmètres céréaliers des milieux
arides - Cas des régions : Ouargla et Ghardaïa -**

Présentée et soutenue publiquement par :

M^{me} SAYED Ibtissem

Devant le jury composé de :

BISSATI-BOUAFIA Samia	Professeur	U.K.M. Ouargla	Présidente
CHELOUFI Hamid	Professeur	U.K.M. Ouargla	Promoteur
DRAOUI Naima	M.C.A	U.K.M. Ouargla	Rapporteur
FOUFOU Ammar	M.C.A	Université de Skikda	Rapporteur
KHECHBAR Mohamed	M.R.	C.R.S.T.R.A., Biskra	Rapporteur
NEFFAR Fahima	M.C.A	Université de Batna 2	Rapporteur

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Je remercie tout d'abord mon directeur de thèse, M^r CHÉLOUFI Hamid Professeur à L'université Kasdi Merbah de Ouargla, pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour m'avoir aidé, encourager et appris à être courageuse, patiente et plus autonome tout au long des années de réalisation de ce travail de recherche. Ainsi que pour ses conseils, sa relecture finale méticuleuse de ma thèse. Je lui dis merci beaucoup pour votre patience et sagesse.

Je tiens à remercier également M^{me} BISSATI Samia Professeur à L'université Kasdi Merbah de Ouargla, pour avoir accepté de présider le jury de ma soutenance et m'avoir donné du courage et de l'espoir pendant les moments difficiles.

Mes remerciements vont également aux membres de jury : Docteur DRAOUI Naïma de l'université Kasdi Merbah de Ouargla, pour avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner mon travail. J'adresse aussi mes remerciements aux rapporteurs ayant accepté d'évaluer mon travail et venir m'honorer avec leur présence le jour de ma soutenance : Docteur FOUFOU Ammar de l'université 20 Aout 1955 de Skikda ; Docteur KHÉCHBAR Mohamed maître de recherche et directeur du C.R.S.T.R.A. de Biskra et M^{me} NEFFAR Fahima Maître de conférence A à l'université de Batna 2.

Je remercie également les propriétaires des fermes pilotes dans les wilayas de Ouargla et Ghardaïa au sein desquelles j'ai réalisé mon travail expérimental pour m'avoir ouvert les portes de leur fermes et donné leur accord pour accéder aux pivots et réaliser mes inventaires floristiques ainsi que les gérants et les ingénieurs et techniciens pour m'avoir aidé à répondre à mes questions et demandes d'informations durant toute la période de mon travail du terrain.

Je dis merci au professeur ADAMOU Abdelkader et à mes collègues M^{me} BELLADJLET - BEN BRAHIM Keltoum et M^{me} BABA SIDI - KACI Safia pour leurs conseils, éclaircissements et encouragements.

J'adresse mes remerciements également à ma famille ; ma mère et mes frères ; pour leurs encouragements. Je remercie mon cher époux pour son soutien et sa compréhension je lui dis merci beaucoup pour ton aide morale inestimable.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

La mémoire de mon père Achène ;

Ma très chère mère ;

Mes chers frères : Sofiane, Abd El Djalil et Ahmed ;

Mon cher époux Ali ;

*Mes anges : Heythem Dhiya Eddine, Achwak Nourdjiene
et Djawed Abd Errahim*

Table des matières

PREMIERE PARTIE – CONTEXTES ET CADRES DE L'ETUDE

CHAPITRE I – Introduction générale	01
I.1. Contexte de l'étude	21
I.2. Problématiques	23
I.3. Objectifs	
CHAPITRE II - Cadre géographique de l'étude	
II.1. Région d'Ouargla	25
II.1.1. Hassi Ben Abd Allah	26
II.2. Région de Ghardaïa	26
II.2.1. El Guerrara	27
II.2.2. El Menea	27

DEUXIEME PARTIE - CARACTERISATION ET ETUDE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERES

CHAPITRE I – Généralités

Introduction	28
I.1. Notions fondamentales	29
I.2. Pourquoi faire une étude de la flore ?	34
I.3. A quelle échelle on étudie la flore ?	34
I.4. Clés de faisabilité de l'étude de la flore	34
I.5. Méthodes d'étude de la flore	35
I.6. Choix de la méthodologie générale d'inventaire de la flore	36
I.7. Méthodes d'interprétation floristique	37
I.8. Méthodes d'étude de la dynamique de la flore	38
Conclusion	40

CHAPITRE II – Caractérisation systématique de la flore des agrosystèmes céréaliers

Introduction	42
II.1. Collecte des données floristiques	43
II.2. Identification des espèces inventoriées	45
II.3. Interprétation des données floristiques	45

II.3.1. Composition systématique	45
II.3.2. Classification biologique	45
II.3.3. Caractérisation phytogéographique	46
II.3.4. Caractérisation agroécologique	46
Conclusion	47

CHAPITRE III – Analyse phytoécologique structurelle de la flore des agrosystèmes céréaliers

Introduction	48
III.1. Collecte des données phytoécologiques	49
III.2. Caractérisations synthétiques de la flore	53
III.2.1. Richesse spécifique	53
III.2.2. Indice de similitude de Sorensen	54
III.2.3. Diversité spécifique	54
III.2.3.1. Indice de <i>SHANNON-WEAVER</i> « H' »	54
III.2.3.2. Indice de Diversité floristique maximale ($H'_{\max}$)	55
III.2.3.3. Indice d'équitabilité de (PIELOU, 1966)	55
III.2.4. Fréquence des espèces	56
III.2.4.1. Fréquence centésimale FC	56
III.2.4.2. Contribution spécifique de présence ou CSP	56
Conclusion	57

CHAPITRE IV – Analyse de la variabilité spatiotemporelle de la flore des agrosystèmes céréaliers

Introduction	58
IV.1. Méthode d'analyse	60
IV.1.1. Analyse de la variabilité spatiale de la flore	60
IV.1.1.1. Objectif	60
IV.1.1.2. Méthodologie	60
IV.1.1.3. Paramètres étudiés	61
IV.1.2. Analyse de la variabilité temporelle de la flore	61
IV.1.2.1. Objectif	61
IV.1.2.2. Méthodologie	62
IV.1.2.3. Paramètres étudiés	62
Conclusion	63

TROISIEME PARTIE – CONSTITUTION ET DYNAMIQUE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERES

CHAPITRE I – Composition systématique de la flore des agrosystèmes céréaliers en milieux arides

Introduction	64
I.1. Liste floristique des espèces inventoriées dans la flore associée	65
I.2. Composition en familles botaniques	69
I.3. Composition en classes botaniques	71
I.4. Composition en groupes biologiques	73
I.5. Composition en éléments biogéographiques	78
I.6. Origines agroécologiques – Classes synanthropiques	80
Conclusion – Synthèse	84

CHAPITRE II – Caractéristiques phytoécologiques et structurales de la flore des agrosystèmes céréaliers en milieux arides

Introduction	91
II.1. Analyse des données phytoécologiques prélevées	92
II.1.1. Recouvrement	92
II.1.2. Abondance-dominance	97
II.1.3. Sociabilité	98
II.2. Caractérisation synthétique de la flore	100
II.2.1. Richesse spécifique	100
II.2.1.1. Richesse spécifique totale	100
II.2.1.2. Richesse spécifique moyenne	100
II.2.2. Diversité spécifique	101
II.2.2.1. Indice de SHANNON-WEAVER « H' »	101
II.2.2.2. Indice de Diversité floristique maximale ($H'_{\max}$)	101
II.2.3. Indice de similitude de Sorensen	106
II.2.4. Indice d'équitabilité de (PIELOU, 1966)	106
II.2.5. Fréquence des espèces	107
II.2.5.1. Fréquence centésimale FC	107
II.2.5.2. Contribution spécifique de présence ou CSP	109

CHAPITRE III – Dynamique spatiotemporelle de la flore des agrosystèmes céréaliers en milieux arides	
Introduction	112
III.1. Variabilité spatiale de la flore associée aux céréales	113
III.1.1. Variabilité des caractéristiques qualitatives	113
III.1.1.1. Variabilité de la richesse générique et spécifique des familles botaniques	113
III.1.1.2. Variabilité de la richesse systématique des classes botaniques	124
III.1.1.3. Variabilité de la composition de la flore en groupes biologiques	128
III.1.1.4. Variabilité des proportions d'origines agroécologiques dans la flore	132
III.1.2. Variabilité des caractéristiques quantitatives	137
III.1.2.1. Variabilité de la Richesse et de la Diversité spécifiques	137
III.1.2.2. Variabilité de l'indice d'Abondance/Dominance (Recouvrement)	140
III.1.2.3. Variabilité de l'indice de Sociabilité	144
III.1.2.4. Variabilité des fréquences des espèces communes	148
III.1.2.4.1. Variabilité de la fréquence d'occurrence et de constance des espèces communes	148
III.1.2.4.2. Variabilité de la fréquence spécifique de présence des espèces communes	155
III.2. Variabilité temporelle de la flore associée aux céréales	160
III.2.1. Variabilité des caractéristiques qualitatives	160
III.2.2. Variabilité des caractéristiques quantitatives	182
III.2.2.1. Indices de Richesse et Diversité spécifiques	182
III.2.2.2. Indice d'Abondance / Dominance (Recouvrement)	185
III.2.2.3. Fréquence d'occurrence et constance	188
III.2.2.4. Contribution spécifique de présence (CSP)	190
III.3. Discussion des résultats obtenus	194
Conclusion générale	216
Références bibliographiques	224

Liste des tableaux

Tableau 01	Adventices inventoriées sous pivots dans l'ensemble des régions d'étude	65
Tableau 02	Contribution en espèces et en genres des familles botaniques inventoriées	69
Tableau 03	Diversité systématique des classes botaniques	72
Tableau 04	Diversité systématique des types biologiques	73
Tableau 05	Spectre biogéographique de la flore globale	79
Tableau 06	Diversité systématique des deux flores introduite et spontanée	81
Tableau 07	Recouvrement moyen des espèces communes	92
Tableau 08	Indice d'abondance-dominance des espèces communes	98
Tableau 09	Indice de sociabilité des espèces communes	99
Tableau 10	Fréquence centésimale des espèces communes	107
Tableau 11	Contribution spécifique de présence des espèces communes	109
Tableau 12	Composition de la flore associée inventoriée au sein des pivots de la région d'Ouargla	113
Tableau 13	Composition de la flore associée inventoriée au sein des pivots de la région de Ghardaïa	115
Tableau 14	Adventices inventoriées sous pivots dans l'ensemble des régions d'étude (Ouargla – Ghardaïa)	116
Tableau 15	Contribution spécifique et générique des familles botaniques inventoriées au sein des différents pivots de la région d'Ouargla	118
Tableau 16	Contribution spécifique et générique des familles botaniques inventoriées au sein des différents pivots de la région de Ghardaïa	120
Tableau 17	Variabilité à échelle régionale des contributions spécifique des familles botaniques inventoriées	122
Tableau 18	Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région d'Ouargla	125
Tableau 19	Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région de Ghardaïa	126

Tableau 20	Variabilité à échelle régionale des contributions spécifique des classes botaniques inventoriées dans la flore associée	127
Tableau 21	Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région d'Ouargla	128
Tableau 22	Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région de Ghardaïa	130
Tableau 23	Variabilité régionale de la richesse systématique des groupes biologiques inventoriés dans la flore associée	132
Tableau 24	Diversité systématique des origines agroécologiques par pivot dans la région d'Ouargla	133
Tableau 25	Diversité systématique des origines agroécologiques par pivot dans la région de Ghardaïa	134
Tableau 26	Variabilité régionale de la richesse systématique des origines agroécologiques inventoriées dans la flore associée	136
Tableau 27	Richesse et diversité spécifiques de la flore des pivots de la région d'Ouargla	137
Tableau 28	Richesse et diversité spécifiques de la flore des pivots de la région de Ghardaïa	138
Tableau 29	Variabilité régionale de la richesse et la diversité spécifiques de la flore associée aux céréales	139
Tableau 30	Indice d'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	140
Tableau 31	Indice d'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	142
Tableau 32	Variabilité régionale de l'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers	143
Tableau 33	Indice de Sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	145
Tableau 34	Indice de Sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	146
Tableau 35	Variabilité régionale de l'indice de sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers	147

Tableau 36	Fréquence d'occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	149
Tableau 37	Fréquence d'occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	151
Tableau 38	Variabilité régionale de la fréquence d'occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers	153
Tableau 39	Contribution spécifique de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	155
Tableau 40	Contribution spécifique de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	157
Tableau 41	Variabilité régionale de la fréquence de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers	159
Tableau 42	Variabilité dans le temps de la composition systématique de la flore associée dans la région d'Ouargla	160
Tableau 43	Variabilité temporelle de la contribution des classes botaniques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	162
Tableau 44	Variabilité temporelle de la contribution des groupes biologiques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	162
Tableau 45	Variabilité temporelle de la contribution des plantes introduites et spontanées dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla	165
Tableau 46	Variabilité dans le temps de composition systématique de la flore associée dans la région de Ghardaïa	173
Tableau 47	Variabilité temporelle de la contribution des classes botaniques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	175
Tableau 48	Variabilité temporelle de la contribution des groupes biologiques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	176
Tableau 49	Variabilité temporelle de la contribution des plantes introduites et spontanées dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa	179

Tableau 50	Variabilité temporelle des indices de richesse et de diversité spécifiques au sein des pivots céréaliers des régions d'étude	183
Tableau 51	Variabilité temporelle de l'indice d'Abondance /Dominance des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude	185
Tableau 52	Variabilité temporelle de la fréquence d'occurrence des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude	189
Tableau 53	Variabilité temporelle de Contribution spécifique de présence des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude	191

Liste des Figures

Figure 01	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla	166
Figure 02	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla	167
Figure 03	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla	168
Figure 04	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla	168
Figure 05	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla	169
Figure 06	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla	170
Figure 07	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla	171
Figure 08	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla	171
Figure 09	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla	172
Figure 10	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla	173
Figure 11	Evolution dans le temps du nombre de familles botaniques dans la flore associée aux céréales dans la région de Ghardaïa	174
Figure 12	Evolution dans le temps du nombre d'espèces dans la flore associée aux céréales dans la région de Ghardaïa	175
Figures 13, 14	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa	180
Figures 15, 16	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa	180

Figures 17, 18	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa	181
Figures 19, 20	Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa	182
Figures 21, 22	Evolution dans le temps de la diversité spécifique moyenne (H') de la flore des Agrosystèmes céréaliers des deux régions d'étude entre 2010 et 2013	184
Figures 23, 24	Evolution dans le temps de la diversité spécifique maximale (H'_{Max}) de la flore des Agrosystèmes céréaliers des deux régions d'étude entre 2010 et 2013	184

Composition et dynamique des communautés végétales dans les périmètres céréaliers des milieux arides - Cas des régions : Ouargla et Ghardaïa -

Résumé

Dans un objectif de caractériser la flore des agrosystèmes céréaliers conduits sous centres pivots des milieux arides et de suivre l'ensemble des variations pouvant avoir lieu dans l'espace et dans le temps affectant cette flore en modifiant son comportement et ses caractères de structure et de composition ; nous avons réalisé ce présent travail sur quatre compagnes agricoles (2009-2010 à 2012-2013) au sein de deux régions du Sahara septentrional soit celles de Ouargla et Ghardaïa.

Des relevés floristiques ont été effectués sur les 25 pivots retenus dans le cadre de ce travail de recherche ; ces relevés tout au long du cycle phénologique de la céréale cultivée avaient pour finalité l'établissement d'un inventaire le plus exhaustif possible des espèces (adventices) occupant les parcelles emblavées. Pour cela, nous avons adopté la technique du tour de champ qui permet d'avoir un maximum d'exhaustivité. Chaque pivot a été parcouru dans les différentes directions afin de déterminer les zones les plus représentatives en matière de densité et de richesse.

Le suivi de l'enherbement des parcelles, a été réalisé par l'estimation de la densité des différents peuplements spécifiques en comptant le nombre d'individus de chaque espèce au sein des parcelles élémentaires. Une liste d'espèces est établie de la manière la plus exhaustive possible et chaque espèce a reçu une note de densité et d'Abondance/Dominance. Les données de base relevées ont fait l'objet d'une étude quantitative et qualitative de la flore. Le même suivi est réalisé de la même façon chaque année sur les mêmes sites et ce, pour déterminer l'ensemble des variations pouvant affecter la flore des champs céréaliers dans le temps.

Le suivi de la flore des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude a permis d'identifier une flore adventice globale assez riche en taxons dont sa composition est en grande proportion à base de Dicotylédones Thérophytes d'origine Méditerranéenne ou proche ne faisant pas partie du cortège floristique naturel des régions d'étude mais introduites avec l'activité agricole. La majorité des espèces étaient à peuplements très peu denses et moins abondantes et à très faible sociabilité mais qui sont fortement fréquentes. Ces caractéristiques enregistrées pour la flore globale n'étaient pas les mêmes pour les flores des différents sites expérimentaux : la flore a montré une variabilité spatiale plus ou moins intense de ses caractéristiques systématiques entre stations et entre pivots.

Dans la dimension temporelle, les caractéristiques qualitatives et quantitatives ont également montré une variabilité dont la qualité et l'intensité de variabilité étaient fonction de l'espèce et du site expérimental. L'analyse des résultats a permis de conclure que la flore adventice occupant nos agrosystèmes céréaliers est une flore fortement dépendante des caractéristiques agronomiques qu'écologiques et qu'elle est en évolution continue dans le temps affectant par son évolution l'état des milieux et des cultures céréalières. L'effet est malheureusement négatif, il a conduit dans de nombreux cas à l'abandon des pivots suite à la diminution des rendements à cause des problèmes d'infestation. Les milieux naturels y compris leurs composants sont également dégradés dont l'état de dégradation est pour certains cas irréversible rendant toute possibilité de restauration impossible.

Mots clés : adventices, dynamique, céréales, pivot, Ouargla, Ghardaïa.

Composition and dynamics of plant communities in the cereal perimeters of arid environments - Case of the regions: Ouargla and Ghardaïa -

Summary

With a view to characterizing the flora of the cereal agrosystems conducted in the cereal perimeters of arid environments and to follow all the variations which may take place in space and time affecting this flora by modifying its behavior and characteristics structure and composition; We have carried out this work on four agricultural campagne (2009-2010 to 2012-2013) in two regions of the northern Sahara: Ouargla and Ghardaïa.

Floristic surveys were carried out on the 25 pivots selected as part of this research work; The purpose of these surveys throughout the phenological cycle of the cultivated cereal was to establish as exhaustive an inventory as possible of the species (weeds) occupying the planted plots. For this, we adopted the technique of the field tour, which allows having a maximum of completeness. Each pivot has been traversed in different directions to determine the most representative areas in terms of density and wealth.

The monitoring of the grassing of the plots was carried out by estimating the density of the different specific stands by counting the number of individuals of each species within the elementary plots. A list of species is established in the most exhaustive manner possible and each species has received a density and Abundance/Dominance score. The basic data collected were the subject of a quantitative and qualitative study of the flora. The same monitoring is carried out in the same way each year on the same sites, to determine all the variations that can affect the flora of cereal fields over time.

The monitoring of the flora of the cereal agrosystems of the study areas has made it possible to identify an overall adventitious flora quite rich in taxa whose composition is in large proportion based on Dicotyledons Therophytes of Mediterranean or nearby origin not belonging to the natural floristic cortege of study areas but introduced with agricultural activity. The majority of the species were very sparsely populated, less abundant and very sociable but are highly common. These characteristics recorded for the global flora were not the same for the floras of the different experimental sites: the flora showed a more or less intense spatial variability of its systematic characteristics between stations and between pivots.

In the temporal dimension, the qualitative and quantitative characteristics also showed variability, the quality and intensity of which were dependent on the species and the experimental site. Analysis of the results has led to the conclusion that the adventitious flora occupying our cereal agrosystems is highly dependent on agronomic and ecological characteristics and that it is continuously changing over time affecting the and cereal crops. The effect is unfortunately negative; it has led in many cases to the abandonment of the pivots following the decrease in yields because of the problems of infestation. Natural environments, including their components, are also degraded, whose state of degradation is irreversible in some cases, making it impossible to restore them.

Keywords: Weed dynamic, cereal, pivot, Ouargla, Ghardaïa.

ملخص

بهدف تحديد خصائص نباتات زراعة الحبوب التي تتم تحت نظام الرش المحوري وسط البيئات القاحلة، واتباع جميع التغيرات التي قد تحدث في المكان والزمان وتأثيرها على هذه النباتات عن طريق تعديل سلوكها وخصائصها قمنا بإنجاز هذا العمل في كل من منطقتي ورقلة و غرداية في فترة تقدر بأربع سنوات امتدت بين عامي 2010 و 2013 لُقد أجريت الدراسات الاستقصائية للنباتات، على مستوى 02 موقع لزراعة الحبوب تحت نظام الرش المحوري، على طول الدورة الفلوجية للحبوب المزروعة، وكان هدفها هو إجراء جرد شامل للأنواع النباتية التي تحتل المساحات المزروعة. وقد اعتمدنا أسلوب التنقل في الميدان، مما يجعل من الممكن تحقيق أقصى قدر من الاكتمال والشمولية لعملية الجرد النباتي. لقد تم اجتياز كل محور في اتجاهات مختلفة، من أجل تحديد أكثر المناطق تمثيلاً من حيث الكثافة والتنوع والغنى النباتي.

وقد تم أيضاً تقدير كثافة مختلف الأصناف النباتية المتواجدة في المساحات المزروعة عن طريق حساب عدد الافراد المكون لكل نوع في داخل المساحات المحددة لذلك. وقد وضعت قائمة بالأنواع المحصية مع إعطاء كل نوع قيمة كثافة ودرجة انتشار، تم فيما بعد استعمال المعطيات الأولية التي تم الحصول عليها في الميدان في اجراء دراسات كمية ونوعية للنباتات. ويتم تنفيذ نفس الدراسة التطبيقية ونفس الطريقة كل عام في نفس المواقع، لتحديد مجموعة الاختلافات التي يمكن أن تحدث وتؤثر على نباتات حقول الحبوب مع مرور الوقت.

مكنت متابعة النباتات الموجودة في نظم زراعة الحبوب في مناطق الدراسة لدينا من تحديد غطاء نباتي يعتمد تكوينه بشكل كبير على الاصناف ثنائية الفلقة الحرارية المنتمية لمجموعة نباتات البحر الأبيض المتوسط والتي لا تنتمي للغطاء النباتي الطبيعي للمنطقة بل تم إدخالها عن طريق النشاط الزراعي. حسب النتائج المحصل عليها أيضاً فقد كانت غالبية الأنواع قليلة الكثافة وذات قابلية اجتماعية منخفضة للغاية ولكنها شائعة جداً. هذه الخصائص الخاصة بالغطاء النباتي الجهوي ليست نفسها بالنسبة للغطاء النباتي في مختلف المواقع التجريبية؛ حيث أظهر الغطاء النباتي تغيرات مكانية في خصائصه تعتبر نوعاً ما حادة حسب النوع النباتي وحسب المحطة التجريبية.

في البعد الزمني، أظهرت الخصائص النوعية والكمية للغطاء النباتي أيضاً نوعاً من التباين والاختلاف، الذي كانت نوعيته وكثافته معتمدة على الأنواع وعلى الموقع التجريبي. وقد أدى تحليل النتائج النسبية إلى استنتاج مفاده أن النباتات الضارة التي تشغل نظم زراعة الحبوب لدينا هي نباتات معتمدة بشدة على الخصائص الزراعية والبيئية وأنها في تطور مستمر بمرور الوقت. ما يؤسفنا ان غالبية هذه التأثيرات سلبية وتؤدي في كثير من الحالات إلى التخلي عن نظم زراعة الحبوب نتيجة انخفاض المردود بسبب مشاكل انتشار النباتات الضارة. كما أن البيئات الطبيعية، بما في ذلك مكوناتها، تتدهور لتصل في بعض الحالات الى حالة متقدمة من النهيار يصبح معها من المستحيل إعادة تهيئتها واسترجاع حالتها الطبيعية الاولى.

الكلمات المفتاحية : حبوب، رش محوري، ديناميكية الاعشاب الضارة، ورقلة، غرداية

***Première partie – Contextes et
cadres de l'étude***

CHAPITRE I – INTRODUCTION GENERALE

I.1. Contexte de l'étude

Ecosystèmes : Structures naturelles de grande valeur écologique

Introduit en 1935, le terme écosystème est aujourd'hui employé dans tous les travaux de biogéographie et d'écologie, au point d'être présent depuis la fin des années 1960 et le début des années 1970 dans les dictionnaires de langue et les encyclopédies. Intégrant à la fois un milieu physique, un peuplement végétal et un peuplement animal, le tout en interdépendance constante, l'écosystème constitue un niveau d'intégration qui se situe de manière originale par rapport aux différentes disciplines et qui pose des problèmes épistémologiques très particuliers.

La considération d'unités écologiques telles que les écosystèmes permet de coordonner l'étude de la végétation, celle des populations animales et celle des micro-organismes, en montrant l'interdépendance entre ces différentes formes de vie.

L'écosystème peut-être également défini comme un ensemble structuré englobant à la fois une communauté vivante (biocénose) et l'habitat dans lequel elle vit (biotope). Autrement dit, c'est un système biologique complexe formé d'une communauté d'organismes animaux et végétaux et leur environnement physique et chimique avec lequel ils sont en interaction.

Les écosystèmes (ou biotopes ou unités de milieux) peuvent être décrits par leurs caractéristiques propres (composition, structure, fonctionnement, ... etc.), mais également par les divers facteurs, dits environnementaux, qui les définissent (climat, géologie, ... etc.) (EDOUARD LE FLOC'H, 2008). Ces divers paramètres peuvent être classés comme suit :

Paramètres écologiques :

Abiotiques :

Le climat (variabilité et risques), le substrat, la topographie ;

Biotiques :

La flore et la végétation (physionomie végétale, couvert végétal, flore et production végétale) ;

La faune, en particulier domestique (espèces, densité, besoins alimentaires, charge, production) ;

Paramètres socio-économiques :

Unités de production (population, occupation et utilisation de l'espace et des ressources, accessibilité aux espaces, ... etc.) et Facteurs économiques (possibilité de commercialisation, ... etc.).

Ces structures écologiques naturelles par leur composition et leur fonctionnement jouent un rôle très important à l'échelle globale. A travers les biens et les services résultant de leur fonctionnement, ces écosystèmes répondent aux nombreuses exigences écologiques et socioéconomiques de l'Homme. La plus importante source des biens et services fournis par les écosystèmes est bien la biodiversité par ses divers niveaux. La biodiversité est devenue un concept majeur dans les préoccupations environnementales depuis le sommet de Rio de Janeiro en 1992. Cet événement a permis une prise de conscience internationale de l'importance de la protection de la biodiversité pour un développement durable de la planète (**LOMOLINO, 1994 ; BOOTSMA et al., 1999; CHIARUCCI et al., 2001; OLDFIELD et al., 2004; PARTEL et al., 2004**).

Il est important que la biodiversité soit maintenue pour préserver l'équilibre des écosystèmes. Par exemple, la biodiversité joue un rôle primordial dans la survie de nombreuses espèces de plantes (base de la chaîne trophique). Certaines espèces végétales ne peuvent se reproduire que par l'intervention d'une espèce bien précise d'insectes, qui assure la pollinisation. La disparition de l'insecte en question entraîne la disparition de cette espèce végétale et le bouleversement de la chaîne trophique et par conséquent la perturbation de l'équilibre naturel de l'écosystème.

La diversité biologique est fortement exploitée par les populations humaines à petite et à grande échelle, Toute activité anthropique a pour conséquence la modification de l'environnement et notamment de la biodiversité. Selon le degré d'influence des activités humaines, les écosystèmes s'adaptent ou disparaissent.

L'affirmation selon laquelle les activités anthropiques menacent fortement, du court au long terme, les écosystèmes a comme corollaire que la surveillance du processus et des conséquences des interactions activités humaines / environnement devient capitale. Cette surveillance sera d'autant plus utile qu'elle contribuera effectivement au choix des bonnes décisions de gestion afin de minorer les méfaits de la dégradation des milieux et d'accéder ainsi à des pratiques de gestion convenables (**LE FLOC'H, 2008**).

La dégradation des milieux et leur diversité biologique est sous la dépendance de nombreux facteurs agissant à diverses échelles d'espace et de temps. Les plus actifs et les plus influents, sur l'évolution de ces milieux, sont le climat et l'action de l'homme sous ses formes multiples. Le choix d'indicateurs performants (descripteurs pertinents et fiables), prenant en compte à la fois les divers champs disciplinaires et les niveaux hiérarchiques d'espace impliqués, peut permettre d'évaluer avec suffisamment de précision l'état des espaces et des ressources (**LE FLOC'H, 2008**).

L'une de ces multiples actions anthropiques influençant les écosystèmes dans leur composition et fonctionnement est bien l'activité agricole. L'Homme par l'introduction de cette pratique au sein des espaces naturels a provoqué d'énormes changements donnant naissance de ce fait à des nouvelles structures écologiques appelées agroécosystèmes.

Agroécosystèmes : dimension spatio-temporelle

L'agroécosystème est une conceptualisation d'activités agricoles dans un environnement qui prend en compte le fonctionnement de l'écosystème au sein duquel elles se développent, intégrant les dimensions spatiales et les dynamiques temporelles. Pour **BELCHER, BOEHMB et al. (2004)**, l'agroécosystème est un système de production agricole remis dans son écosystème, c'est-à-dire dans un environnement relativement homogène en termes de végétation, sols, et de géomorphologie.

Les processus qui interagissent dans un agroécosystème sont climatiques, biologiques et socio-économiques. Ces processus interviennent à différentes échelles spatiales et temporelles qui rendent très complexes l'analyse de la durabilité des agroécosystèmes et principalement les systèmes de production qui les composent.

Historiquement, l'agriculture a façonné de nombreux paysages au fil des siècles, donnant naissance à un environnement semi-naturel unique et offrant une grande variété d'habitats et d'espèces dont l'existence dépend du maintien de l'agriculture. Cependant, l'agriculture a connu des modifications très importantes dans les méthodes et l'organisation de la production, qui ont conduit à des transformations profondes des paysages agricoles (**ROBINSON et SUTHERLAND, 2002; TURNER et al., 1994**).

Diversité des champs cultivés

La biodiversité des champs peut être analysée à des niveaux très variés, tous interactifs : l'approche peut concerner les milieux, les populations commensales des cultures ou la variabilité infraspécifique. Trois composantes principales, très gourmandes en énergie, déterminent la persistance d'une plante en un lieu donné (**JAUZEIN, 2001**) :

- ✓ Compétition (C) qui regroupe toutes les interactions entre végétaux, qu'elles soient inter-ou intraspécifiques ;
- ✓ Résistance aux stress (S) comprenant les adaptations diverses à des facteurs (surtout climatiques ou édaphiques) limitant la croissance des végétaux, par excès ou par défaut ;
- ✓ Résistance aux perturbations (R) c'est-à-dire à des facteurs détruisant partiellement ou totalement les individus.

La culture, dans une acception traditionnelle, est pratiquement synonyme de travail du sol : l'agriculteur, par une série d'interventions, détruit la végétation indésirable pour ne tolérer qu'une ou quelques plantes cultivées, le plus souvent importées. Jamais, avant l'homme moderne, les végétaux n'avaient subi de perturbations si systématiques et ciblées ; ainsi, seules les espèces les plus évoluées dans une stratégie de type R ont pu survivre à l'intensification progressive.

Rares sont les cas où cette pression de sélection a abouti à des modifications macroscopiques au niveau des taxons, permettant de les distinguer des formes sauvages originelles : cette pression ne date que de quelques millénaires. Nous admettons la plupart du temps que les espèces présentes dans les champs étaient préadaptées à cette situation et vivaient autrefois dans des milieux primaires soumis à des bouleversements fréquents du substrat ; il est cependant évident qu'elles n'ont cessé d'évoluer et que « quelque part » elles ne ressemblent peut-être plus à leurs ancêtres (**JAUZEIN, 2001**).

A l'échelle mondiale, les surfaces agricoles sont bien plus importantes que les secteurs protégés. Les agroécosystèmes donc contiennent également de la biodiversité qui n'est pas à négliger. Cette biodiversité est qualifiée de banale ou d'ordinaire par rapport à des habitats naturels. Etant utilisée pour la production agricole, cette biodiversité est considérée comme plus courante par rapport à la biodiversité des espaces naturels qui a souvent un caractère de rareté.

La biodiversité des zones agricoles n'est pas pour autant dénuée de valeur, bien au contraire, elle apporte, entre autre, de nombreux services agronomiques (**PAOLETTI et al., 1992; PAOLETTI, 1995; PEETERS et JANSSENS, 1995; ALTIERI, 1999**).

La diversité des cultures dans l'espace (l'assolement) et le temps (la rotation) participe également à la formation de la biodiversité. Les agrosystèmes hébergent toute une gamme d'espèces messicoles qui sont uniquement inféodées à ces milieux. Des milieux à forte richesse spécifique ne pourraient exister sans les pratiques agricoles qui entretiennent ces habitats. Les territoires agricoles sont donc des milieux à préserver contenant une biodiversité d'intérêt.

Depuis les années 50, afin d'assurer l'autonomie alimentaire dans les pays, les pratiques agricoles se sont intensifiées s'accompagnant d'une érosion de la biodiversité et d'une dégradation des paysages. Les incitations économiques et technologiques visant à accroître la productivité agricole ont abouti à une intensification rapide sans précédent de l'agriculture. Cette intensification est associée à des changements profonds des pratiques culturales à l'échelle locale (de la parcelle) comme à l'échelle du paysage (**TSCHARNTKE et al., 2005**), provoquant une homogénéisation du paysage et des pratiques, ainsi qu'une dégradation de la qualité des habitats cultivés (amplification des perturbations anthropiques, en fréquence et en intensité) et une perte nette d'habitats non cultivés. Les zones agricoles restantes étant des lieux de pratiques intensives, elles sont souvent caractérisées par des paysages très ouverts et pauvres en zones semi-naturelles, limitant ainsi fortement le maintien de la biodiversité.

Lien entre biodiversité et agriculture

La perte alarmante de la biodiversité est un des enjeux principaux du 21^{ème} siècle. Avec son emprise actuelle sur le territoire, l'agriculture entraîne indéniablement des effets, positifs ou négatifs, sur la biodiversité. La convention sur la diversité biologique spécifie : «L'agriculture contribue à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, mais elle est aussi l'un des principaux moteurs de la perte de la biodiversité». À ce stade, deux formes d'interactions entre l'agriculture et la diversité biologique peuvent être identifiées. La première forme comprend les effets que peuvent avoir les activités agricoles sur le biote du milieu naturel dans lequel elles sont implantées. L'autre forme concerne la diversité « domestique » des espèces cultivées ou élevées dans le cadre des activités agricoles (**GAUDREAU, 2012**).

La diversité biologique a été un élément clé de l'adaptation de l'agriculture à diverses conditions et de l'augmentation de la production. Aussi, l'agriculture influence fortement la diversité du milieu dans lequel elle évolue. Certains aspects de l'agriculture sont identifiés comme étant des vecteurs de la perte de biodiversité. Les causes de ces effets négatifs comprennent, par exemple, l'homogénéisation des cultures, l'utilisation de pesticides, la transformation des habitats, l'apport en nutriments, l'introduction d'espèces exotiques, ... etc. **(LE ROUX et al., 2008 in GAUDREAU, 2012).**

Or, les effets de l'agriculture sur la biodiversité ne sont pas que négatifs. **LE ROUX et al. (2008) in GAUDREAU (2012)** identifient les modes de production moins intensifs et les agroécosystèmes hétérogènes comme étant porteurs d'effets positifs et, dans certains cas, jouant le rôle de réservoir biologique.

La perte de biodiversité observée dans les agroécosystèmes soulève la question des conséquences de l'agriculture intensive sur le maintien du fonctionnement de ces agroécosystèmes, en termes de structuration et de fonctionnement des communautés sauvages d'une part, et en termes de services apportés par cette biodiversité à l'agriculture d'autre part **(SMART et al. 2006, STORKEY et al. 2012; DEVICTOR et al. 2008).**

Considérer le rôle de l'agriculture dans la conservation de la biodiversité constitue donc une question importante. Cette conservation dans les zones agricoles génère un nouveau défi : concilier des besoins de production avec le respect de l'environnement **(PEETERS et JANSSENS, 1995; ALTIERI, 1999; BUCHS, 2003b).**

PAOLETTI et al. (1992); PAOLETTI (1995); ALTIERI (1999), considèrent que les objectifs d'une agriculture et d'une biodiversité durables sont économiquement compatibles et doivent être activement poursuivis. A l'échelle de l'exploitation agricole, l'intégration de certaines pratiques, comme la rotation et la diversité des cultures, augmentent la biodiversité et maintient le niveau de production.

ALTIERI (1999), ajoute que la stratégie d'une agriculture durable est la restauration de la biodiversité fonctionnelle des territoires agricoles. La biodiversité fonctionnelle assure, selon lui, des services écologiques clés permettant aux agrosystèmes de gérer la fertilité des sols, la protection des cultures et la productivité.

La biodiversité présente dans les zones agricoles assurant de nombreuses fonctions, elle doit être préservée. Sa protection nécessite de disposer d'outils d'évaluation des impacts de l'agriculture sur la biodiversité.

L'une des diversités biologiques, que les chercheurs ont donné beaucoup d'importance et dont la place au sein de l'agroécosystème est la plus importante est bien la diversité floristique ou végétale. La diversité végétale peut influencer la durabilité agro-environnementale des systèmes de production agricoles au travers de services écologiques et agronomiques (CLERGUÉ *et al.*, 2005; LE ROUX *et al.*, 2008; MICHAUD *et al.*, 2011b). Elle peut l'améliorer en favorisant notamment la pollinisation ou la gestion des ravageurs par les auxiliaires (RATNADASS *et al.*, 2011).

L'exploitation des espaces naturels pour la création des agroécosystèmes engendre une transformation radicale de la composition des communautés végétales caractéristiques de ces espaces en éliminant pas mal d'espèces autochtones pour laisser la place à une ou plusieurs nouvelles populations végétales représentées essentiellement par les espèces cultivées.

Le résultat de cette introduction, est l'apparition d'une nouvelle communauté de plantes d'origines hétérogènes dont la proportion la plus importante est réservée à la culture. Dans le temps et avec la succession des compagnes agricoles la communauté végétale initiale s'enrichit en espèces exotiques dites mauvaises herbes ou adventices donnant naissance à une flore de plus en plus importante et envahissante dite la flore adventice.

Adventices envahissantes : pourquoi et comment ?

Les adventices envahissantes présentent en commun certaines caractéristiques biologiques qui permettent d'expliquer pourquoi ces plantes sont envahissantes. Ces caractéristiques sont nécessaires mais nullement suffisantes pour qu'une plante envahisse effectivement une région. L'invasion ne se produit donc pas partout et toujours, sinon, les forêts tropicales dans leur biodiversité auraient été remplacées depuis longtemps par d'immenses formations végétales uniformes, composées de l'une ou l'autre ou d'un mélange de ces adventices envahissantes. L'expression du tempérament de ces plantes est en fait contrôlée par des facteurs du milieu qui permettent, à contrario, d'expliquer les circonstances d'une invasion.

Depuis plusieurs années, l'introduction de certaines techniques et pratiques agricoles de gestion et d'entretien des cultures a provoqué la diminution, voire la disparition de plantes vivaces de ces milieux, et par conséquent a favorisé une colonisation par des plantes dites adventices. Ces techniques perturbantes, comme par exemple l'utilisation régulière de désherbants chimiques, ont souvent été à l'origine d'une perte de biodiversité (**LE CŒUR et al., 1997 et LE CŒUR et al., 2002**).

Les caractéristiques spécifiques de la flore adventice d'une parcelle agricole donnée est le résultat des effets combinés des caractéristiques pédoclimatiques de la région et l'historique de la culture incluant les pratiques de désherbage chimique et/ou mécanique, les façons culturales et parfois les erreurs de gestion passées.

Dans les agroécosystèmes, les parcelles cultivées sont caractérisées par des interventions régulières et, pour certaines, de fortes intensités et par des apports importants en nutriments pour les plantes cultivées (ex. azote, eau). Ces interventions humaines créent ainsi un milieu très spécifique propre au milieu agricole.

La compétition pour les ressources (azote, eau, lumière) avec la culture et les perturbations (pratiques agricoles) jouent un rôle majeur dans la structuration et la composition des assemblages de communautés végétale (**GABA et al., 2014**).

La compréhension des interactions entre la flore adventice et les pratiques agricoles permettrait de gérer une flore perçue comme hostile mais qui semble essentielle à l'agriculture (**STOATE, 2009**).

L'intensification des pratiques culturales depuis le début de 20^{ème} siècle a eu un impact important sur la composition des communautés de mauvaises herbes. Les espèces adventices observées aujourd'hui sont issues de processus de sélection multiples et parfois différents voire opposés d'une culture à une autre. Le développement de nouvelles cultures associé au désherbage chimique, a parfois contribué à renforcer une spécialisation des flores par culture. Cependant, l'intensité du désherbage chimique et l'augmentation de la fertilisation azotée a surtout banalisé la flore, sélectionnant les espèces généralistes les plus nitrophiles et compétitives au détriment des espèces spécialistes de milieux pauvres ou particuliers (sableux, humides ou calcaires).

La flore évolue sur le moyen terme et le long terme avec la progression de certaines espèces qui étaient rares et finissent par poser problème. De même, les innovations agricoles peuvent entraîner un déclin rapide d'espèces autrefois communes.

Différentes échelles temporelles de fluctuation de la végétation adventice

Dans tous les milieux, la composition de la végétation fluctue au cours des saisons, entre les différentes années successives ou de façon plus perceptible sur le long terme. La flore adventice et son évolution sont contraintes à plusieurs échelles temporelles (**KROPAC, 1971**). Par le choix du type de travail du sol, la date de semis, la nature de la culture implantée et les pratiques associées (fertilisation, désherbage), l'agriculteur impose chaque saison culturale un ensemble de perturbations particulières.

À moyen terme, la succession de différentes cultures durant la rotation constitue une séquence originale de perturbations qui confère, via les succès et les échecs des espèces, une trajectoire à la communauté de mauvaises herbes hébergées.

Au cours d'une même année, la flore varie en fonction du cycle de développement des espèces en relation avec les variations climatiques saisonnières. Dans les champs cultivés, ces variations sont également déterminées par la croissance de la culture et les pratiques culturales associées (**BARRALIS et CHADOEUF, 1980**).

À ces cycles annuels et pluriannuels s'ajoute à plus long terme l'effet de l'adoption de nouvelles techniques culturales : généralisation du désherbage chimique, nouveaux désherbants sur le marché, modification de la profondeur de travail du sol, ... etc. La théorie des filtres considère que l'assemblage des espèces en communauté est déterminé par les contraintes environnementales qui agissent comme des filtres sélectionnant les espèces ayant des traits biologiques adaptés (**BOOTH, 2002**).

Appliquée à une parcelle cultivée, cette théorie schématise les techniques culturales comme la superposition de plusieurs filtres. Certains sont quasi-identiques tous les ans et définissent les caractéristiques du milieu cultivé tels que perturbations superficielles du sol lors du semis. D'autres peuvent varier chaque année (date de semis, nature des herbicides utilisés) ou évoluer sur le plus long terme (part de l'assolement labouré ou place dédiée à de nouvelles espèces cultivées).

Parmi ce dernier type de filtres, les agrosystèmes cultivés ont été marqués durant les 50 dernières années par l'introduction de plusieurs nouvelles espèces cultivées et/ou leur extension sur de plus vastes surfaces. Ceci a eu pour conséquence de modifier profondément les rotations et d'introduire un ensemble de pressions de sélection nouvelles ou différentes sur la flore (date et densité de semis, niveaux de fertilisations, nature des désherbants, date de fermeture du milieu et date de récolte) dont on peut chercher à estimer l'impact.

L'étude de l'évolution de la flore des milieux cultivés a montré qu'au cours de ces 30 dernières années, une très forte sélection s'est exercée sur les communautés adventices. Parallèlement, l'introduction d'autres nouvelles cultures dans les rotations pourrait favoriser au contraire une homogénéisation de la flore autour de quelques espèces.

L'intensification des interventions culturales au sein des agroécosystèmes actuels a engendré une remarquable sélection des groupes d'espèces qui répondent à des critères particuliers et a entraîné une homogénéisation des types d'espèces présents ce qui a affecté négativement la biodiversité végétale.

La répétition des mêmes phénomènes de sélection d'année en année peut rapidement amplifier les différences entre espèces enrichissant ou épuisant leur stock et, ainsi, modifier au cours du temps la composition de la communauté. A l'échelle de quelques années, on attend des flores différentes dans des systèmes conduits en monoculture ou en rotations plus ou moins complexes (**MARTY et al., 1980**). A plus long terme (quelques décennies, siècles voire millénaires), des pressions de sélection (changements climatiques, apparition de nouveaux prédateurs, ... etc.) et la migration d'espèces à l'échelle biogéographique peuvent également modifier la composition des flores.

Les processus de changement de végétation se retrouvent accélérés avec l'évolution de l'activité agricole. L'intensification des pressions de sélection avec la mécanisation du travail du sol et l'utilisation des herbicides de synthèse a abouti à une évolution des populations de mauvaises herbes parfois perceptibles sur des pas de temps très courts (**GASQUEZ, 1984; JAUZEIN, 2001**).

Les migrations d'espèces ont été facilitées avec l'augmentation des volumes d'échanges commerciaux (semences de cultures) et aujourd'hui grande partie de la flore adventice présente dans nos agroécosystèmes est dite néophyte. Ce terme désigne les espèces exotiques introduites accidentellement ou intentionnellement dans une région.

Ainsi, se pose l'alternative suivante : la flore adventice évolue-t-elle plutôt vers la réussite de quelques espèces peu exigeantes qui réussissent quelles que soient les conditions culturales à accroître leur stock de semences (espèces généralistes) ou, au contraire, vers des communautés, composites d'espèces à degré de spécialisation élevée ?

Dégradation des zones arides

Parmi les écosystèmes terrestres nous citons ceux caractéristiques des zones arides et semi arides, ces dernières qui se définissent par la rareté de l'eau et se caractérisent par des extrêmes climatiques saisonniers et des tendances pluviométriques imprévisibles. On note pour ces écosystèmes un déséquilibre marqué entre la quantité d'eau disponible et le pouvoir évaporant du climat (**BAGNOULS et GAUSSEN, 1953, 1957; CALLOT, 1987**). Le premier paramètre étant en fait tributaire du second, la définition des terres arides se doit donc d'être avant tout climatique ou plus précisément pluviométrique.

Cependant, malgré leur aridité relative, les écosystèmes de ces zones comportent une grande variété de biodiversité dont la plupart est hautement adaptée à leur écologie. En conséquence, de nombreuses espèces de plantes et d'animaux et de nombreux habitats se trouvent uniquement dans ces systèmes écologiques naturels.

Les espèces se sont adaptées aux facteurs écologiques particuliers de ces écosystèmes de diverses manières mais singulières chacune, créant ainsi une variété d'habitats essentiels pour la survie des espèces et pour les moyens de subsistance des populations humaines.

La richesse des espèces est généralement plus faible en comparaison avec les écosystèmes des zones humides, subhumides ou encore tropicales, mais à l'intérieur des espèces, la diversité peut être plus élevée en raison de la diversité des habitats et de l'isolement des populations.

Beaucoup de plantes spontanées ou cultivées et de races animales proviennent des écosystèmes des zones arides et semi arides, qui ainsi constituent un réservoir génétique dont l'importance augmente à mesure que le changement climatique pousse la demande pour de nouvelles adaptations et à mesure des extinctions des races sauvages (**CALLOT, 1987**).

De nombreux facteurs responsables de la dégradation de la biodiversité sont présents dans les zones arides et semi arides. Ces facteurs comprennent les changements démographiques, l'urbanisation, l'expansion de l'agriculture, les changements en matière d'utilisation des terres, l'affaiblissement des dispositifs de gouvernance, et l'introduction ainsi que l'expansion des espèces exotiques envahissantes.

L'on s'attend à ce que l'accélération du développement des zones arides conduise à une augmentation du taux de perte de la biodiversité. La combinaison de la perte et de la fragmentation des habitats conduira à une réduction des opportunités pour la biodiversité des zones arides de s'adapter et de survivre (**CALLOT, 1987**).

L'exemple type des zones arides est celui du Sahara septentrional algérien soumis à un extrême du climat méditerranéen, où les pluies surviennent toujours en hiver. Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. La pluviosité à laquelle il est soumis est comprise entre 50 et 100 mm (**LE HOUEROU, 1990 et CHEHMA, 2006**).

En revanche, ces conditions climatiques sévères combinées, n'ont pas empêché le maintien en place d'une biodiversité particulière adaptée, voire endémique, à ces conditions contraignantes. Cette biodiversité caractéristique est menacée par une régression causée par de longues années de sécheresse, accentuée par divers facteurs anthropiques dont l'extension de l'activité agricole.

Quant à la diversité floristique, La flore du Sahara septentrional algérien est relativement homogène, et les pénétrations méditerranéennes font d'elle l'une des régions les plus riches du Sahara. L'endémisme y est élevé du fait des vastes espaces impropres à la vie (**QUEZEL, 1978 et OZENDA, 1991 in CHEHMA, 2006**). La répartition de cette flore est intimement liée à la formation géomorphologique, des sols et de leurs caractères physico-chimiques, ainsi que la disponibilité de l'eau qui peut être favorable au développement des différentes espèces (**OZENDA, 1977 in KARIMI, 2016**).

Ce sont surtout les oueds et les vallées sèches qui contiennent les groupements végétaux les plus diversifiés alors que les habitats dunaires (ergs) sont caractérisés par une grande pauvreté floristique. Les vastes plateaux pierreux, avec leur physionomie monotone, constituent l'habitat le plus pauvre et occupent en proportion le territoire le plus important. La couverture végétale, à déterminisme géomorphologique, est étroitement liée à l'habitat qui l'abrite **(BENHOUHOU, 2013)**.

Malgré leurs caractéristiques écologiques difficiles, l'Homme a réussi d'exploiter les ressources naturelles des écosystèmes du Sahara algérien. L'exemple majeur est celui des parcours sahariens. La végétation (espèces spontanée fourragères) de ces derniers était et est toujours utilisée comme source de subvention aux besoins alimentaires des troupeaux des populations sahariennes.

Les parcours sahariens (écosystèmes désertiques particuliers) et particulièrement les parcours camelins sont localisés sous un climat aride offrant une végétation de steppe composée presque toujours d'une strate herbacée dominée par des plantes annuelles, et un peuplement de plantes ligneuses éparses, de hauteur et de phénologies variées. Cette végétation à vocation pastorale, avec des espèces ligneuses caractéristiques dont les feuilles, les fruits, les fleurs et parfois les jeunes bourgeons, peuvent constituer une part importante de la ration du bétail en saison sèche **(LE HOUEROU, 1980)**.

Différents systèmes pastoraux extensifs ont été établis dans ces territoires. Ces systèmes se basent sur l'élevage d'animaux rustiques capables de résister aux températures élevées et aux disettes fréquentes qui caractérisent ces zones. Les stratégies traditionnelles, qui ont permis l'adaptation des hommes et des animaux à de telles conditions difficiles, reposent sur certaines formes d'organisations sociales et sur une grande mobilité liée à la recherche de points d'eau et de sources d'alimentation.

Associée à une faible pression humaine et animale, cette mobilité a permis, jusqu'à une période relativement récente, de maintenir l'équilibre de ces écosystèmes naturels. Mais avec l'accroissement démographique et par suite de la sédentarisation d'une grande partie de la population et de la réduction de l'amplitude de la transhumance, des modes d'exploitation agropastoraux se sont substitués aux modes pastoraux traditionnels et ont engendré une rupture de cet équilibre.

Les parcours sont aussi des milieux diversifiés : des nuances s'expriment dans le détail de la composition floristique de la végétation, même si les espèces dominantes restent constantes. Ces nuances peuvent être liées : au couvert ligneux, aux variations de la roche – mère, au mode de pâturage et en particulier aux aires de repos.

Leur situation géographique, leurs caractéristiques pédoclimatiques et écologiques les rendent des écosystèmes fragiles et trop sensibles vis-à-vis des moindres perturbations d'ordre naturel ou anthropique.

La principale caractéristique des parcours est sans doute la flore qui reste essentiellement constituée par des espèces spontanées, même si la végétation a été influencée par l'homme à des degrés divers. Cette flore spécifique dépend du climat, du sol et des phénomènes historiques.

L'étude de la flore et la végétation des parcours en relation avec les variables environnementales permet non seulement de diagnostiquer les conditions du milieu mais aussi d'analyser les réponses de la végétation aux variations de l'environnement et le développement d'instruments scientifiques de gestion durable des parcours.

En effet, les informations scientifiques sur la flore et la végétation des parcours sahariens sont rares et trop limitées. Les études sont rares et relèvent pour les rares cas des travaux des chercheurs soit pour la description de la flore ou soit pour analyser l'effet des sécheresses et des activités anthropiques notamment agricoles sur la dynamique de la végétation dont les plus connus sont ceux de **GONZALEZ (1949), GAUTHEIR-PILTER (1969), CHEHMA (2006), OULED BELKHIR (1988), AZZI et BOUCETTA (1993) in OULHADJ (2016).**

Les peuplements de plantes sont composés d'un nombre restreint d'espèces. Sur les 40 millions d'hectares de parcours que recense l'Algérie, 28 millions sont de type saharien où le cortège floristique de chaque formation est spécifique (**SENOUSSI et BENSEMAOUNE, 2011 in OULHADJ, 2016).**

Les parcours sont classés selon leur richesse floristique comme suit : les lits d'oued qui viennent en premier suivi par les dépressions, les hamadas, les regs et en dernier les sols salés (**CHEHMA, 2005 in OULHADJ, 2016).**

On assiste en générale à une végétation subsistant le long de l'année et surtout pendant la saison critique constituée des plantes vivaces, charnues très résistantes à la sécheresse dont les feuilles sont réduites à l'état d'articles ou d'épines. Cette végétation spéciale forme le fond de la nourriture des troupeaux particulièrement ceux du dromadaire (**GONZALEZ, 1949**).

A cela s'ajoute une végétation éphémère constituée de toutes les petites plantes annuelles et éphémères (appelées Laâchab par les autochtones), formée principalement de composées, de crucifères, de graminées, de légumineuses, de malvacées et géraniacées et de résédacées qui germent après les pluies dans les endroits qui paraissent en temps habituel les plus impropres à la végétation (**GONZALEZ, 1949**). Les meilleures productions se concentrent au printemps, mais elles sont fonction des précipitations (**CHEHMA et al., 2008**).

Au sud est algérien, l'élevage camelin joue un rôle majeur dans la vie socio-économique des populations nomades et même parfois sédentaires. Toutefois, la contribution de ce secteur dans l'économie du pays est en deçà de son potentiel, due en grande partie à l'insuffisance quantitative et qualitative des ressources alimentaires qui proviennent essentiellement des parcours naturels soumis à des fortes pressions par la mise en culture et le surpâturage.

Il en résulte une surcharge des pâturages qui entraîne une modification de la diversité de la flore et la baisse de la production primaire ce qui à long terme peut induire la perte de la biodiversité dont la conséquence est l'homogénéisation de la végétation et la baisse des performances zootechniques du cheptel. Comme conséquence ultérieure de la dégradation de ces parcours (sols et végétation fourragère) on note l'abandon de ces écosystèmes ce qui aggrave encore la situation et accentue les processus de dégradation de l'équilibre naturel de ces structures écologiques naturelles particulières.

Ces parcours sont également soumis à une autre forme d'exploitation de leurs ressources. Il s'agit de l'introduction de l'activité agricole au sein desquels. En effet, on assiste à une extension progressive de l'agriculture au détriment des meilleurs espaces pastoraux dont la végétation a été détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissants.

Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur des surfaces pastorales de plus en plus réduites et par l'augmentation du prélèvement des produits ligneux destiné à la satisfaction des besoins en combustibles ainsi qu'à d'autres usages divers (artisanat, clôture...).

Ces différents phénomènes ont conduit à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production. Dans les zones les plus fragiles, la surexploitation des ressources naturelles a induit un accroissement de la sensibilité à la désertification et des formes de dégradations quasi – irréversible (**MEDERBAL, 1996**).

La composition et la structure de ces écosystèmes pastoraux est fortement modifiée. Le travail du sol, l'apport de l'eau et des éléments fertilisants, l'utilisation des divers types d'intrants agricoles et la mise en culture de nouvelles espèces végétales non originaires de ces milieux contribuent à un déséquilibre profond se traduisant par des changements des caractéristiques écologiques initiales.

Parmi les activités agricoles ayant connu une extension remarquable en superficies et qui a été introduite au sein des écosystèmes pastoraux sahariens particulièrement camelins, on note la céréaliculture conduite sous pivot.

Agrosystèmes céréaliers

Les champs céréaliers relativement permanentes au sein de nos régions sahariennes ayant une diversité végétale acceptable présentent une plus forte tolérance aux variations climatiques et résistent davantage aux taux variables de prélèvement par les animaux (**WHITE et al., 2004**). D'autres services tels que la fourniture de molécules impliquées dans la qualité du produit (**BUCHIN et al., 1999; MONNET, 1996; MONNET et al., 2000**) ou dans la santé des animaux (**AERTS et al., 1999 a et b**) peuvent aussi être envisagés.

Par une gestion adaptée et grâce aux services éco systémiques rendus, la diversité végétale peut donc être un levier d'action pour limiter les intrants de synthèse dans des systèmes de production agricoles ou pour accroître la flexibilité et la résilience de ces systèmes face aux aléas, notamment climatiques. Les capacités de gestion de cette diversité végétale sont notamment contraintes par la connaissance de ses déterminants.

Un des grands facteurs influençant la diversité végétale des agrosystèmes en exerçant sur elle des pressions de sélection plus ou moins fortes (**GAUJOUR et al., 2011**) se distinguant par l'échelle spatiale à laquelle ils peuvent être évalués est bien les pratiques agricoles - au sens des faits techniques - dont les effets sur la diversité végétale s'évaluent à l'échelle de la parcelle agricole.

Le rôle des pratiques agricoles sur la diversité végétale des parcelles est, bien connu, important en champs cultivés. En revanche, la dynamique de ces pratiques est rarement considérée, et la plupart des études ne considèrent que les pratiques récentes, en formulant parfois l'hypothèse d'une stabilité antérieure de ces pratiques.

Des travaux montrent cependant qu'il existe un laps de temps souvent non négligeable entre la modification de pratiques agricoles et l'observation de changements de la diversité végétale tels que la disparition d'espèces ou bien des fluctuations d'abondance (**ALBRECHT, 2005; BAKKER et TER HEERDT, 2005**). Ce laps de temps dépend de la résilience de la matrice végétale (**HOLLING, 1973**).

En effet, l'apparition d'une nouvelle espèce est permise par sa dissémination entre une source - localisée dans le paysage - et la parcelle étudiée. Ce processus peut parfois demander plusieurs années selon la distance à parcourir et le mode de dissémination de l'espèce. De la même façon, la présence d'une espèce dans le stock semencier du sol peut, selon les pratiques agricoles mises en œuvre, mettre des années à être observée en croissance.

Il est donc intéressant, a priori, de considérer la dynamique de l'organisation du paysage et la dynamique des pratiques agricoles comme facteurs influençant la diversité végétale des parcelles agricoles.

Céréaliculture sous pivot au sud Algérien

La céréaliculture sous pivot dans les régions sahariennes a été introduite pour la première fois en 1986, avec 02 pivots et ce, au niveau des zones naturelles de parcours, soit une superficie totale de 62 ha. Avec les nouvelles techniques de production et les nouveaux objectifs visant l'exploitation maximale de ressources, le nombre de pivots a évolué et les superficies emblavées ont connu une extension remarquable au dépend des écosystèmes pastoraux.

Le nombre de pivots est passé à 54 pivots en 1994 dont, 78% étaient fonctionnels. Ainsi, la surface totale allouée à la céréaliculture sous centre de pivots, est passée de 62 ha à 1660 ha en 1994, avec 81% de surface réellement emblavée (**CHAOUCHE, 2006**). Depuis cette date les différentes zones céréalières ont connues des fluctuations annuelles des superficies pour atteindre, en 2016/17, 1894 ha à Ouargla et 4169 ha à Ghardaïa.

Les productions et aussi les rendements ont également connu de grandes variations et au titre de la même campagne agricole 2016/17 la wilaya de Ghardaïa est arrivée à obtenir 40.8 qx/ha alors que la wilaya d'Ouargla n'a pas dépassé 27.4 qx/ha d'après les bilans des deux DSA (**CHAOUCHE, 2006**).

Ces deux régions dont la culture du palmier dattier reste toujours la principale filière agricole, dispose d'importantes ressources hydriques et d'immenses étendues de terres pastorales qui selon les spécialistes du domaine agricole sont susceptibles de donner un nouvel essor à l'agriculture en général et à la céréaliculture sous pivots en particulier, permettant d'obtenir un produit de bonne qualité qui pourra répondre aux besoins du marché national tout en éliminant ou en diminuant tout chance de restauration ou de préservation des écosystèmes pastoraux.

La région d'Ouargla totalise actuellement 142 pivots. Les superficies emblavées ainsi que la production céréalière n'ont pas cessé de s'intensifier d'une année à l'autre pour toutes variétés confondues (**DSA, 2019**). Les superficies sont passées de 131 hectares en 2004, avec une production de 4.326 quintaux de céréales, à 3.010 hectares en 2019, avec une production de 100.000 quintaux (**DSA, 2019**).

Cette récolte prévue, se répartit entre 80.000 quintaux de blé dur sur une superficie emblavée de 2.229 ha, 12.400 quintaux de blé tendre (355 ha) et 10.000 quintaux d'orge (299 ha) , avec un rendement moyen estimé à 35 quintaux à l'hectare (**DSA, 2019**). Les variétés de semences utilisées atteignant généralement un rendement moyen oscillant entre 30 et 45 quintaux à l'hectare avec des pics allant parfois jusqu'à 75 quintaux/ha (**CCLS, 2019**).

Pour la région de Ghardaïa les emblavements de céréales ont augmenté de plus de 21%, passant de 5.000 hectares durant la saison agricole 2018 à 6.060 ha durant la saison 2019. La superficie "sous pivot" consacrée à la production céréalière a connu une courbe ascendante, estimée à plus de 420% depuis 2009, passant de 1.150 ha à 6.060 ha en 2019 (**DSA, 2019**).

La campagne 2019, ciblera une superficie de 6.914 hectares dont 6.060 ha réservés au blé dur et 854 ha à l'orge, ces superficies, emblavées sous pivots, sont pour la plupart situées dans la wilaya déléguée d'El Menea, une région riche en ressources hydriques au Sud de Ghardaïa, à savoir El Menea, Hassi Lefhal et Mansourah (**DSA, 2019**).

La région de Ghardaïa a enregistré durant la campagne 2018 une production de près de 173.138 qx de céréales sur une superficie emblavée de 5.000 hectares avec un rendement atteignant un pic de 75 qx/ha dans la localité de Hassi El-Gara **(DSA, 2019)**.

Les services agricoles de la wilaya estiment un rendement moyen de près de 50 quintaux à l'hectare pour le blé dur et 40 qx/ha pour l'orge. Les estimations font état d'une répartition de la production entre les deux céréales principales à raison de 273.100 qx pour le blé dur et 29.900 qx d'orge.

En générale, on conclut que Cette extension de la superficie destinée aux cultures céréalières sous pivot s'est effectuée suite à une sensibilisation permanente sur l'importance d'un tel secteur stratégique menée par les responsables locaux de l'agriculture et à la mise en valeur de nouveaux périmètres agricoles au Sud.

La disponibilité des semences de qualité et le suivi des itinéraires techniques des cultures céréalières entrepris par les services phytosanitaires dans le cadre de la vulgarisation des techniques agricoles expliquent ces prévisions optimistes.

Les résultats encourageants de l'introduction de la céréaliculture dans les zones de parcours ont fait que cette activité a pris la place d'énormes superficies pastorales les céréales ont substitué les plantes spontanées fourragères caractéristiques de ces milieux naturels.

Gestion non durable des agrosystèmes céréaliers et dégradation des parcours sahariens

Les parcours du Sahara septentrional algérien sont l'objet d'une exploitation écologiquement non durable suite à l'extension de la céréaliculture irriguée, inadaptée aux conditions du milieu naturel. La dégradation des terres concerne donc à la fois la propriété collective (terres de parcours) et la propriété privée (les terres cultivées). La désertification affecte la végétation qui diminue voire disparaît et les sols qui s'érodent **(ROBERT et SPENGEL, 1999)**.

La céréaliculture non raisonnée, pratiquée en irrigué, présente de grands dangers écologiques. Le mode d'exploitation prévalent menace la durabilité du développement agricole et les ressources en sol qui risquent de se dégrader ainsi que la végétation naturelle.

L'un des principales conséquences de l'introduction de ce nouveau systèmes de production agricole au sein des zones pastorales naturelles est bien la modification de la diversité floristique de ces zones sur les deux plans quantitatif et qualitatif.

Le couvert végétale initial est fortement modifié et remplacé par une gamme plus ou moins diversifiée de plantes exotiques ou introduites dites les messicoles. Ces dernières ont affecté et affectent toujours les systèmes de production céréalière sur le plan agronomique ainsi qu'écologique.

Messicoles, des adventices des champs de céréales

Etymologiquement, une messicole est une plante habitant dans les moissons, c'est à dire dans les champs de céréales. Certains auteurs considèrent comme messicoles les plantes annuelles, ou plus rarement vivaces, qui ont un cycle biologique similaire à celui des céréales et qui vivent de façon exclusive ou préférentiellement dans les milieux soumis à la moisson.

Il est assez difficile d'établir l'origine des espèces messicoles. Certains auteurs font allusion à une origine "orientale", mais d'autres recherches biogéographiques et caryologiques montrent que de nombreuses espèces (notamment rares) sont d'origine méditerranéenne.

Les messicoles et l'agriculture entretiennent des liens étroits. Les messicoles sont mises par les agriculteurs dans le lot des mauvaises herbes : elles se trouvent en compétition avec les céréales pour l'eau, les éléments nutritifs, l'air, la lumière et l'espace. Les céréaliculteurs cherchent à les éliminer pour protéger leurs cultures contre les éventuelles conséquences de compétition sur les rendements.

Au sein de ces agrosystèmes céréaliers, les messicoles sont en concurrence non seulement avec la céréale mise en place mais également avec les plantes spontanées naturelles qui ont pu réussir à persister après modification de leur biotope initial. L'ensemble constitue une flore caractéristique des agrosystèmes céréaliers introduits au sein des parcours naturels sahariens dite flore adventice.

Une nouvelle diversité floristique est donc mise en place, une diversité floristique dite agricole qui est tributaire en premier lieu des conditions de culture qui caractérisent le champ céréalier en question.

La question qui se pose à ce niveau, quels liens existent entre la biodiversité floristique au sein des agrosystèmes céréaliers et l'agriculture ?

I.2. Problématiques

En résumé, la problématique principale qui se pose est bien la mauvaise gestion due à la mauvaise exploitation par l'Homme des ressources naturelles des parcours sahariens, écosystèmes à grande valeur écologique, socioéconomique et patrimoniale caractérisés par une diversité biologique précisément floristique à préserver devant l'état de dégradation qu'elle souffre suite à l'introduction de l'activité agricole.

L'écosystème saharien pastoral caractérisé par sa fragilité se trouve dans un état de dégradation avancé, entraînant la mutation et la transformation du mode d'utilisation et d'exploitation de ses ressources naturelles. Cette tendance a compromis la durabilité de l'activité pastorale et la pérennité des ressources pastorales (plantes spontanées naturelles) **(YEROU, 2013)**.

La vocation historique de l'écosystème saharien est la pratique d'élevage surtout camelin d'une manière extensive. Les données dans ce domaine reflètent un constat de la réduction en superficie des parcours et de la dégradation alarmante des ressources végétales pastorales et du sol.

Les parcours sahariens ont connu des changements particulièrement rapides et intenses sous la pression des besoins croissants des populations humaines qui sont à l'origine de l'extension des cultures au sein de ces milieux naturels particulièrement la céréaliculture menée en irrigué.

Devant ces mutations, qui ont bouleversé le territoire et refaçoné son mode d'utilisation de l'espace, les parcours sahariens se sont retrouvés, comme d'autres régions arides du bassin Méditerranéen, dans un état de déséquilibre écologique profond, qui a conduit à une fragilisation de plus en plus accentuée de ces écosystèmes pastoraux et à une réduction irréversible de leur capacité de production et de protection du milieu physique et de leur biodiversité caractéristique en plantes spontanées **(YEROU, 2013)**.

La flore spontanée saharienne, assez pauvre en nombre par rapport à la surface est considérée comme extrêmement intéressante du fait de sa variété **(BENCHELAH et al., 2011)**. Elle constitue un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion éolienne et hydrique, ainsi que de fixation du sol et des dunes. Elle réduit également l'aridité par l'augmentation de la rugosité et la diminution de l'albédo.

En plus de son rôle écologique, la flore spontanée à travers certaines plantes forme un habitat naturel pour d'autres espèces faunistiques ou encore valorise les terres marginales inutilisables en agriculture traditionnelle et procure une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année (**BELAGOUNE, 2012**). Pour d'autres espèces, on note leur intérêt socioéconomique grâce à leurs utilisations alimentaire, médicinale et cosmétique.

La destruction de cette flore va donc éliminer pas mal de biens et services écologiques et socioéconomiques indispensables. Cette destruction suit un rythme de plus en plus accéléré d'une année à une autre laissant la place à un envahissement puissant et rapide par les végétaux des milieux cultivés ou agrosystèmes.

La céréaliculture a apporté beaucoup d'opportunités aux populations des zones sahariennes. Les grandes exploitations agricoles créées dans le cadre de la loi de mise en valeur agricole de 1983 dans le Sahara algérien étaient vouées à une production céréalière sous pivot. L'objectif était de développer économiquement des régions sahariennes pour partie marginalisées, ainsi que de réduire la dépendance chronique en céréales du pays. L'État a considérablement investi pour équiper ces exploitations agricoles dans le cadre d'un vaste plan de développement rural (**TAYEB et al., 2013**).

Mais malheureusement, la mauvaise gestion des agrosystèmes céréaliers et l'adoption de pratiques agricoles non appropriées et inadaptées avec les conditions du milieu naturel au niveau duquel cette activité a été introduite a engendré de nombreuses défaillances techniques et surtout agroécologiques dont le plus important est celui de la propagation des espèces envahissantes.

La gestion de ces adventices dans les grandes cultures est complexe du fait de leurs caractéristiques, elle doit répondre à de nombreux enjeux, économiques, environnementaux et sociaux, dans des contextes de production en mutation.

Cette gestion repose principalement sur des traitements herbicides. Cette dépendance est justifiée par la large gamme d'herbicides disponibles, leur facilité d'utilisation mais surtout par leur efficacité sur la quasi-totalité des espèces adventices (**TAYEB et al., 2013**).

Les systèmes de production ont évolué (simplification des rotations, réduction du travail du sol), et les agriculteurs se retrouvent donc parfois face à des impasses techniques ayant des conséquences agroécologiques comme le développement des résistances vis-à-vis des traitements chimiques chez les adventices qui deviennent de plus en plus agressives et compétitives de la culture mise en place et des espèces spontanées caractéristiques de la flore naturelle du milieu initial. La composition de la flore est ainsi modifiée dans un sens négatif affectant sa biodiversité quantitativement et qualitativement.

On assiste de ce fait à :

- ✓ Réduction des superficies pastorales ;
- ✓ Extension des superficies agricoles (céréalières) ;
- ✓ Dégradation des ressources naturelles (hydriques et édaphiques) ;
- ✓ Destruction de la végétation spontanée naturelle ;
- ✓ Introduction de nouvelles espèces allochtones à caractère envahissant compromettant la durabilité des parcours et des agrosystèmes céréaliers à la fois et mettant en question la biodiversité dans ses deux aspects quantitatif et qualitatif.

I.3. Objectifs

Le présent travail se propose de répondre à ces problématiques en analysant la biodiversité et la structure de la végétation des parcours des régions sahariennes exploitées depuis des années en activité agricole précisément en céréaliculture conduite sous centre pivots et ce, par la caractérisation, l'analyse et l'interprétation des variations pouvant affecter la diversité floristique de ces formations végétales soumises à différentes pressions naturelles et anthropiques.

L'objectif général de cette étude est donc de comprendre les facteurs responsables du façonnement des communautés végétales des agrosystèmes céréaliers et analyser l'importance relative des conditions environnementales, des perturbations anthropiques et des composantes spatiales sur la distribution de la végétation actuelle de ces agrosystèmes.

La mise en évidence de cette relation entre la flore et les variables environnementales et anthropiques va nous permettre de diagnostiquer les conditions du milieu agricole céréalier et également d'analyser les réponses possibles de la végétation aux variations de l'environnement (naturel et agrotechnique).

La connaissance de la composition de la flore adventice et de son évolution dans le temps et dans l'espace est un préalable indispensable à toute mise au point de stratégies de gestion et de conduite efficace. A travers cette étude, nous étudierons les différents aspects botaniques, écologiques et agronomiques des adventices des agrosystèmes céréaliers de deux régions sahariennes et leur variabilité sur quatre campagnes agricoles.

De ce fait la présente étude va être dès lors une contribution à :

- ✓ Évaluation de la biodiversité messicole à la parcelle et de son évolution.
- ✓ La mise en évidence des évolutions majeures de la flore adventice des céréales
- ✓ La mise en évidence du degré de spécialisation des espèces par rapport aux conditions environnementales et/ou culturelles par la définition et l'évaluation des liens entre environnement, systèmes de culture, pratiques culturales et populations adventices messicoles.
- ✓ Estimation du poids des différentes variables sur l'évolution de la composition floristique, à travers leur capacité à différencier les espèces en progression de celles en régression.
- ✓ Évaluation de la durabilité des agroécosystèmes céréaliers
- ✓ L'évaluation de la gravité des phénomènes de détérioration des espaces pastoraux, et des ressources qu'ils contiennent ;
- ✓ L'identification des solutions les plus appropriées pour enrayer, ou du moins, réduire les effets des processus de cette dégradation.

CHAPITRE II - CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

Notre étude étalée sur quatre ans a été effectuée au sein de deux régions : Ouargla et Ghardaïa. Dans chacune des régions nous avons choisi deux stations correspondant à des exploitations agricoles dont la vocation est la céréaliculture conduite sous centre pivots sujet de notre étude.

Dans la région d'Ouargla, les stations expérimentales retenues pour la réalisation de nos relevés floristiques et suivi de la flore associée aux céréales cultivées sont celles d'ERRIAD et celle de BABZIZ (Périmètre El Moustakbel) à Hassi Ben Abd Allah ; dans la région de Ghardaïa les stations expérimentales correspondaient aux deux exploitations de KHERFI à El Guerara et de HADJADJ à El Menea.

Au sein de chaque exploitation (Station) nous avons choisi un nombre de pivots sièges de relevés floristiques et de suivi de certains indices écologiques ; les pivots sont retenus selon plusieurs critères dont : la date de création, l'âge de mise en culture, l'historique (Conduite de la culture, Précédents culturels, ...).

Ces différences retenues comme critères de choix des sites expérimentaux de notre étude seront eux-mêmes par la suite les facteurs utilisés pour comprendre les différences pouvant avoir lieu lors du traitement des résultats obtenus et utilisés comme repères pour la variabilité dans le temps ou dans l'espace de la flore adventice.

Au sein de la région d'Ouargla 13 pivots sont retenus dont 12 dans la station d'ERRIAD et un seul au sein du périmètre El Moustakbel. Pour la région de Ghardaïa, le nombre était 12 à savoir ; 3 à l'exploitation de KHERFI et 9 à l'exploitation de HADJADJ.

II.1. Région d'Ouargla

Ouargla est l'une des principales oasis du sud Algérien, se trouvant à 157 m d'altitude, à 800 Km au sud-est d'Alger, à 5°20' E de longitude et 31°58' N de latitude. Elle est limitée au Nord par les régions de Djelfa et El Oued, à l'est par la Tunisie, au sud par les régions de Tamanrasset et Illizi, et à l'ouest par la région de Ghardaïa. Elle est caractérisée par un climat saharien aride et contrasté, marqué par une pluviométrie rare et irrégulière, des températures moyennes mensuelles particulièrement élevées et une forte évaporation (**BELLA et TALBI, 2005**).

La région d'Ouargla, est caractérisée par un bioclimat méditerranéen, elle fait partie de l'étage climatique saharien ($p < 100\text{mm}$) (**BELLA et TALBI, 2005**). et de la zone agroécologique sud de l'atlas saharien, caractérisée par une végétation contrastée et localisée, hygrophile et psamophile, adaptée aux conditions xériques et présentant un fort endémisme. Les sols sont sableux, à structure particulière, caractérisés par une salinité élevée, un pH alcalin et une faible teneur en matière organique (**HALILAT, 1993**).

II.1.1. Hassi Ben Abd Allah

Située à l'Est de la ville d'Ouargla et issue du dernier découpage administratif de l'an 1984. Elle est située à 20 Km du chef-lieu de la wilaya et à 8 Km du chef-lieu de la daïra de Sidi Khouiled. Cette commune s'étend sur une superficie totale de 1762 Km^2 avec 1310 km^2 de surfaces agricoles.

Deux stations ont été retenues, dans cette région à savoir la ferme de M^r BABZIZ constituée de deux pivots céréaliers Avec présence d'un cheptel d'ovins et d'autres cultures à côté d'une palmeraie à cultures sous-jacentes.

La deuxième station est l'ex-ERRIAD, douze pivots ont été choisis comme sièges pour nos relevés floristiques, le choix a été effectué sur la base toujours de facteurs technique et historique.

II.2. Région de Ghardaïa

Elle s'étend sur une superficie de $37\,105\text{ Km}^2$; située à $32^\circ 20'$ N de latitude et $0^\circ 40'$ et $2^\circ 30'$ E de longitude.

Elle est limitée :

- ✓ Au Nord par la Wilaya de Laghouat ;
- ✓ Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa ;
- ✓ A l'Est par la Wilaya d'Ouargla ;
- ✓ Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset ;
- ✓ Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar ;
- ✓ A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad.

La température moyenne est de 30.23C°. La température maximale est de 45C° enregistrée au mois de Juillet et la température minimale est de 3C° enregistrée au mois de Janvier. Les précipitations sont très faibles et irrégulières, généralement torrentielles et durent peu de temps. La quantité maximale est de 14.16 mm enregistrée au mois de septembre avec un cumul annuel de 60 mm.

La wilaya de Ghardaïa est caractérisée par des sols peu évolués, meubles, profonds, peu salé et sablo-limoneux, avec un SAR de 2,16. L'alimentation en eau s'effectue, en grande partie, par des forages de profondeurs variables allant de 80 à 1200 m puisant l'eau fossile de la nappe albienne du Continental Intercalaire constituée de formations détritiques (sable, grès, argile) avec un passage dolomitique attribué à l'Aptien (**CHEHMA, 2013**).

II.2.1. El Guerrara

Située à 110 Km au Nord-Est du chef-lieu de la wilaya et à 303 m d'altitude. Ses coordonnées géographiques sont 32° 47' 25" Nord et 4° 29' 32" Est. Elle est étendue sur une superficie d'environ 2600 Km². Limitée au Nord par la wilaya de Djelfa, à l'Est par la wilaya d'Ouargla, à l'Ouest par les daïras de Berriane et Bou Noura, et au sud par les daïras de Zelfana et Al-Atteuf.

Au sein de cette zone nous avons choisi la ferme de M^r KHERFI à vocation mixte (culture et élevage). Nous avons retenu trois pivots céréaliers dont les caractéristiques : âge de mise en culture, localisation au sein de la station, conduite et historique des pratiques depuis leur création n'étaient pas les mêmes.

II.2.2. El Menea

Située à 270 km au Sud-ouest du chef-lieu de la wilaya, au centre du Sahara Algérien (30°15 N ; 2°53 E), traversée par l'oued Segguer et bordée à l'ouest par les dunes du grand erg occidental ; son altitude moyenne atteint 396 m. L'ensemble est bordé par l'immense Erg accident de l'Ouest à l'Est, il se trouve dominé par la falaise de Hamada qui forme le plateau de «Tademaït» (**TEGGAR, 2014**).

La station expérimentale retenue pour nos relevés floristique correspondait à la ferme de M^r HADJADJ M. dont la vocation agricole est toujours mixte réunissant la culture à l'activité d'élevage. Neuf pivots ont été choisis comme sites de réalisation d'inventaires durant les quatre années ; celui le plus âgé date de l'an 1988 et celui le plus récent de l'an 2009 avec un intervalle de 1 à 5 ans entre les pivots.

***Deuxième partie –
Caractérisation et étude de la
flore des agrosystèmes céréaliers***

CHAPITRE I – GENERALITES

Introduction

Les plantes, producteurs de matière organique, sont seules le support de tous les écosystèmes et agrosystèmes sur globe et ce, quel que soit leurs types. Toute étude de milieu, naturel ou semi naturel, tel les agrosystèmes, commence donc par l'étude de sa couverture végétale. Cette étude va fournir pas mal d'informations sur leurs conditions phytoécologiques et leurs interactions avec les conditions physiques (édaphoclimatiques) à l'état actuel ou passé ainsi que leur évolution.

Une étude approfondie de la végétation donne une meilleure approximation de l'état des systèmes écologiques auxquels elle appartient. Ceci constitue une étape très indispensable pour toute stratégie ou projet de conservation, restauration, protection ou de gestion que ce soit à court, à moyen ou à long terme.

Les méthodes, les outils et les techniques d'étude des couvertures végétales naturelles ou semi naturelles sont diverses et varient en fonction du système écologique, de la nature de la végétation qui l'occupe et de l'objectif général et des conditions de réalisation de l'étude elle-même.

I.1. Notions fondamentales

Flore : Ensemble des espèces végétales que l'on trouve dans une région. Cet ensemble peut varier considérablement d'un site géographique à un autre, même si les conditions du milieu restent les mêmes (**SALVAUDON, 2006**).

Formation végétale : Structure des peuplements végétaux. Souvent décrite par les pourcentages de recouvrement de différentes essences végétales qui la composent. Considérée comme un ensemble de végétaux formant une unité physionomique homogène (**LAURENT, 1985**).

Types biologiques : Différentes formes et architectures végétales, en fonction de leur stratégie d'adaptation au milieu où elles vivent. Arbres, arbustes, buissons, herbes vivaces, herbes annuelles, plantes en rosette, plantes à bulbes ou à rhizomes, plantes aquatiques constituent différents types biologiques (**SALVAUDON, 2006**). La classification la plus adoptée est celle de RAUNKIAER.

Les type biologiques de **RAUNKIAER (1905, 1934)** sont une combinaison de caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces aux conditions environnementales. Ses travaux définissent cinq types biologiques principaux en fonction de la position des organes de survie (bourgeons persistants) par rapport au sol pendant la période défavorable de l'année (**SIRVENT, 2020**).

Spectre biologique : Proportion de chaque type biologique dans la flore, calculée en pourcentage. Son étude précise la physionomie et la structure de la couverture végétale et indique l'importance relative de chaque type biologique dans la flore.

Groupements végétaux : Combinaisons d'espèces végétales occupant un milieu donné sans préjuger de leur statut. On distingue deux approches pour la description des groupements végétaux :

Associations végétales : Catégories de groupements végétaux ayant des caractères floristiques et sociologiques communs. La notion d'association repose sur l'idée que les espèces végétales ne se regroupent pas au hasard, mais en fonction d'affinités en rapport avec les conditions de milieu. La phytosociologie, ou sociologie des plantes, est la science du classement des associations (comme la systématique est celle du classement des espèces).

Groupes écologiques : Groupes d'espèces ayant les mêmes exigences de milieu. Le suivi de la représentation des espèces d'un ou plusieurs groupes donnés permet d'avoir des indications sur la modification des conditions de milieu (**SALVAUDON, 2006**).

Communauté végétale : D'après **DELPECH et al. (1985)** : « Ensemble de végétaux, structuré et généralement homogène, occupant une station ». Utilisé de longue date en phytosociologie, et plus tard en typologie des stations, ce concept est habituel aux forestiers. Il repose sur la notion d'homogénéité et d'aire minimale « sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale sont représentées ».

Dynamique de la végétation : Changements de la végétation avec le temps. Nombreux de ces changements sont en relation avec les changements dans les conditions de milieu, ils vont de périodes très courtes (modifications saisonnières) à des périodes plus longues (histoire de la végétation). Ce processus traduit donc une évolution générale de l'écosystème stationnel, dans sa structure et son fonctionnement (**LACOSTE et SALANON, 2001**). Plusieurs observations, même superficielles, nous montrent qu'un sol nu se couvre peu à peu de végétation et qu'un champ abandonné est progressivement envahi par des herbes, vivaces, puis par des arbustes et enfin par des arbres (**GUINOCHET, 1973**). Donc la dynamique naturelle des groupements végétaux va généralement des structures simples vers des structures complexes (**MILES, 1979**).

Fluctuations : Changements de la végétation à relativement court terme.

Succession : Avec le temps et les conditions environnementales changeantes, les caractéristiques des communautés végétales évoluent. Certains organismes vont apparaître alors que d'autres vont disparaître, ce qui entraîne le changement de la communauté.

Le terme succession désigne les enchainements temporels, cycliques ou linéaires dans les écosystèmes. Chaque transformation dynamique est caractérisée par quatre critères : l'origine des éléments qu'elle met en jeu, son sens, sa cause, et sa nature (**GILLET et al., 1991**). On distingue la succession primaire de la succession secondaire par le fait que le développement de communauté végétale a lieu dans des habitats nouveaux dépourvus de végétation. La succession secondaire consiste pour sa part dans le retour à la végétation après une perturbation. On distingue également la succession régressive, où le biotope se dégrade et la communauté diminue sa biomasse et sa biodiversité, de la succession progressive, où la communauté devient stable et augmente sa biomasse.

La succession peut aussi découler de modifications induites par les organismes eux-mêmes, il est alors question de succession autogène. Les successions peuvent également provenir de modifications induites par des facteurs externes à la communauté, c'est la succession allogène (**RICKLEFS et MILLER, 2005**).

Séries évolutives : L'évolution de la végétation dans un milieu donné est un processus ordonné et orienté, donc à caractère prévisible par une série de stades correspondant un échelonnement graduel des communautés. Le passage d'un stade à l'autre implique plusieurs phases (**LACOSTE et SALANON, 2001**). Les séries dynamiques sont donc formées de groupements initiaux ou pionniers, de groupements intermédiaires et d'un groupement final (climacique ou permanent). La série est progressive si elles tendent vers le groupement climacique, elle est régressive si elle s'en éloigne (**GUINOCHET, 1973**).

Echantillonnage : Opération qui a pour objet le repérage, au niveau d'une grande superficie, d'une partie de cette surface constituant l'*échantillon*. En général, la question se pose de la façon suivante : étant donné un ensemble constitué d'éléments on ne désire pas étudier l'ensemble entier, trop volumineux, mais seulement un certain nombre de ces éléments. L'échantillonnage des communautés végétales doit donc comprendre deux phases :

1. Analyse des échantillons eux même pour vérifier s'ils satisfont aux critères d'homogénéité et de représentativité suffisante ;
2. Comparaison des échantillons pour tirer des conclusions valables sur la communauté entière ou pour comparer les communautés (**GOUNOT, 1969**).

L'*échantillon* est une partie de la population qu'on veut étudier, c'est une collection d'éléments prélevés de façon particulière d'une population donnée afin de tirer des conclusions sur cette dernière.

Le *plan d'échantillonnage* est la manière avec laquelle les données sont recueillies sur le terrain donc la méthode avec laquelle les échantillons sont localisés. Il conditionne aussi le mode de traitement des données et donc les résultats.

Selon le but visé et les contraintes rencontrées, plusieurs plans d'échantillonnage sont disponibles et répondent à des besoins particuliers. Les trois principaux types sont l'*échantillonnage aléatoire simple* (au hasard), l'*échantillonnage systématique* et l'*échantillonnage stratifié* (**GOLDSMITH, 1991**). Mais il en existe d'autres : l'*échantillonnage subjectif*, l'*échantillonnage mixte* et l'*échantillonnage par degré*.

Quadra (surface permanente) : Il s'agit d'une surface fixe et permanente. C'est l'outil de suivi de la végétation par excellence. La surface des quadras, leur nombre, leur répartition et les informations relevées vont être très différentes selon le type et l'objectif de l'étude à réaliser. L'installation des quadras se fait en se basant sur des critères d'homogénéité du tapis végétal, leur taille doit être adaptée au type de végétation (aire minimale).

Lorsqu'il s'agit d'une végétation très homogène quelques quadras suffisent largement. En cas de mosaïque fine (hétérogénéité de la couverture végétale), les quadras seront distribués de manière systématique ou aléatoire en augmentant leur nombre.

Agrosystème : C'est un écosystème cultivé (agroécosystème). Le terme, selon les cas, peut s'appliquer à un champ cultivé ou à un ensemble de champs recevant des pratiques culturales identiques. C'est un écosystème artificiel, en déséquilibre permanent et entretenu par l'homme. L'objectif étant d'obtenir les meilleurs rendements, la biodiversité y est réduite à sa plus simple expression. On cherche donc constamment à lutter contre toute intrusion naturelle de consommateurs indésirables.

Si on laisse un agrosystème à « l'abandon », celui-ci évolue naturellement en un écosystème différent, stable et possédant une biodiversité bien supérieure à celle de l'agrosystème mais bien moins intéressant en terme de rendement pour l'agriculture.

Origine biogéographique : La biogéographie traite l'histoire et la répartition géographique des animaux (Zoogéographie) et des plantes (Phytogéographie). Elle est divisée en trois principales branches : biogéographie historique, biogéographie écologique et biogéographie analytique.

Elle est définie comme l'étude spatio-temporelle des diversités biologiques, de leur origine, de leur évolution et de leur régulation dans des espaces hétérogènes et changeants. Elle s'applique à expliquer les distributions et abondances des organismes. Chaque espèce occupe un territoire qui lui convient en fonction de sa propre évolution et de ses préférences écologiques.

Ce territoire est considéré comme une «aire», c'est-à-dire une zone géographique d'extension très variable, en situation de continuité ou de discontinuité, sur laquelle une espèce vivante se rencontre de façon spontanée (BOUGAHAM, 2017).

Plantes spontanées : Ces espèces végétales sont des plantes qui ont peuplé une région donnée depuis un temps fort long (à l'échelle géologique). Elles constituent le fond de la flore. Ces plantes se divisent en deux catégories suivant l'aire géographique qu'elles occupent (BOUGAHAM, 2017) :

Plantes (cosmopolites) : Ces plantes ont souvent une grande souplesse d'adaptation à des conditions de vie diverse (procédés de dissémination et de multiplication très efficaces). Exemples : Asteraceae et Poaceae, sont des plantes à fleurs à large aire de distribution.

Plantes endémiques : Elles sont plus ou moins limitées à certaines régions qui leurs sont les plus favorables.

Plantes naturalisées (Introduites) : Elles sont des plantes qui ont connu des introductions à une certaine époque historique. Ces plantes occupent parfois des superficies considérables et se sont incorporées à la flore locale (BOUGAHAM, 2017).

Plantes adventices : Elles sont introduites accidentellement par l'homme et peuvent représentées parfois un pourcentage assez important de la flore considérée. Ces plantes ne se naturalisent pas entièrement, faute de trouver des conditions leurs permettront de résister à la concurrence des plantes indigènes (autochtone). Exemple : L'Armoise du genre *Artemisia* sp. de France. Introduite en Algérie accidentellement (BOUGAHAM, 2017).

Relevé phytosociologique : Un relevé phytosociologique vise à caractériser un individu d'association. L'individu d'association est une communauté végétale concrète, observable sur le terrain et floristiquement, physionomiquement et écologiquement homogène. La notion d'individu d'association repose sur le principe implicite de l'existence de césures décelables dans le tapis végétal, dont la recherche est délibérée (RAMEAU *in* MEDDOUR, 2011). « En fait, toute surface de végétation peut être considérée comme la juxtaposition de différents individus d'association, unités discrètes séparées par des discontinuités plus ou moins floues (parfois nettes, souvent progressives) » (MEDDOUR, 2011).

Un relevé phytosociologique est un relevé d'informations variées permettant de décrire la communauté végétale en place et son contexte : informations sur la composition floristique, sur la structure de la végétation, sur l'abondance des différents taxons au sein de la végétation étudiée, sur la physionomie et le périmètre du relevé, ... etc.

Concrètement, il se matérialise par une liste de taxons (pour lesquels l'abondance est quantifiée) et par une série d'informations synthétiques permettant de cerner les conditions de réalisation du relevé (date, auteur, ... etc.) (**MEDDOUR, 2011**).

Relevé floristique : Se dit de l'inventaire des espèces végétales, de l'ensemble du règne végétal, présente dans une station (ou biotope) donnée ; c'est également l'ensemble des opérations qui le permettent. Le relevé floristique doit satisfaire à quatre critères qualitatifs : la représentativité, l'exhaustivité, la reproductibilité et la faisabilité (**CHEVALIER et al., 2010**).

Aire minimale : La plus petite surface nécessaire pour identifier la plupart des espèces d'un groupement homogène.

I.2. Pourquoi faire une étude de la flore ?

- ✓ Orienter la gestion (Conservatoire, économique, paysagère, ...) ?
- ✓ Améliorer la connaissance de la dynamique de la végétation d'un site ?
- ✓ Acquérir des informations patrimoniales directes (suivi d'espèces de plantes particulières, d'habitats naturels) ?
- ✓ Acquérir des informations patrimoniales indirectes (sur la faune, ...) ?
- ✓ Suivre un dispositif expérimental ?

I.3. A quelle échelle on étudie la flore ?

- ✓ Echelle végétale : population d'une espèce, habitat naturel, complexe d'habitats, ou paysage ?
- ✓ Echelle temporelle : variations d'ordre périodique (saisons), succession végétale (quelques années), ou suivi à très long terme ?
- ✓ Echelle spatiale : de l'ordre du m², de l'are, de l'hectare, du km² ?

I.4. Clés de faisabilité de l'étude de la flore

Il est très facile de décider de la nécessité de la mise en place d'un suivi, voire de faire un état initial de la flore ou de la végétation d'un site donné (écosystème, agrosystème, ...). En revanche, la répétition des relevés dans le temps, et plus encore leur interprétation et l'exploitation des résultats sont souvent abandonnés, d'où l'importance de se limiter à des suivis utiles, efficaces et réalisables (en terme de compétence, de temps et de moyens à y consacrer) et surtout exploitables.

Les réponses à ces questions permettent de définir l'opportunité, la faisabilité, la méthode et la périodicité du suivi et d'étude ou diagnostic à envisager :

- ✓ Quelles sont les connaissances floristiques, phytosociologiques et générales du site ?
- ✓ Quels sont les éléments préalables de connaissance de la dynamique de la végétation du site ?
- ✓ Quelles sont les connaissances biologiques et écologiques concernant les espèces que l'on veut suivre ?
- ✓ Existe-t-il des suivis déjà mis en œuvre dans des problématiques identiques et quel éclairage peuvent-ils apporter ?
- ✓ Où sont les compétences techniques et scientifiques nécessaires ?
- ✓ Existe-t-il des contraintes éventuelles déjà identifiées (durée du projet, financement, accessibilité, disponibilité) ?

I.5. Méthodes d'étude de la flore

Toutes les méthodes ont pour objectif de gagner du temps dans la connaissance du milieu. Elles visent à l'établissement de données standards pouvant être comparées et traitées. Les meilleures méthodes sont celles qui donnent des résultats fiables dans des délais meilleurs, avec une optimisation du temps passé à relever et traiter les informations.

Un des grands défis des écologistes est de déterminer l'influence relative des facteurs qui régissent les patrons de végétation (facteurs abiotiques, perturbations et spatialité). Pour cela, deux méthodes peuvent être utilisées : l'étude de l'évolution de la végétation ou bien l'étude de la végétation actuelle.

Méthodes directes : Permettent le suivi direct des changements de végétation sur un secteur d'étude fixe et précis, avec une période d'étude adaptée à la problématique. Les points essentiels sont dans tous les cas :

- ✓ Un bon repérage de la position des placettes étudiées ;
- ✓ Une description simple et claire du protocole à mettre en place afin d'éviter le biais lié au changement d'opérateur. Le mieux est de mettre en place un formulaire de relevé à remplir avec une notice.

Pour obtenir un résultat exploitable de manière quantitative, le nombre de relevés effectués, le plan d'échantillonnage et la méthode de saisie des résultats employés doivent permettre un traitement statistique.

Méthodes indirectes : Utilisées pour connaître l'évolution passée de la végétation, ou pour faire un suivi à une échelle très grande. Parmi les méthodes d'étude de la végétation on note surtout : la réalisation des relevés phytosociologiques.

I.6. Choix de la méthodologie générale d'inventaire de la flore

L'approche méthodologique d'inventaire de la flore et des conditions écologiques dont ils dépendent repose sur le choix de stations d'observation selon un certain nombre de variables comme : l'altitude, la géomorphologie, la physionomie de la végétation, ... ; Les facteurs retenus semblent être déterminants quant aux changements des phytocénoses et par conséquent des taxons intervenant dans leur structuration et leur composition spécifique.

Cette approche méthodologique nous permet de définir les moyens les plus adaptés et les plus appropriés pour analyser et expliquer la valeur écologique des données collectées sur le terrain en faisant un bon diagnostic afin de tirer les meilleurs enseignements en terme de mesures. Cette démarche fait ressortir et dresser une image la plus exacte possible de la réalité du terrain ; Par conséquent, elle doit être appliquée aux trois niveaux : l'analyse, le diagnostic et les mesures.

Analyse : À ce stade les données collectées sont analysées pour dresser un tableau reflétant la réalité du terrain avec le plus de crédibilité et le plus de justesse. La justesse dans l'analyse des données permettra de prendre les décisions les plus appropriées pour élaborer un plan de gestion et définir les actions nécessaires pour atteindre les objectifs du travail réalisé.

Diagnostic : Permet de faire un constat réel de la situation en intégrant toutes les données écologiques ayant un déterminisme dans la répartition de la flore et de la végétation dans un système donné. Il permet également de situer avec précision, les dysfonctionnements des espèces et des habitats, les enjeux et les intérêts des populations locales.

Le diagnostic écologique servira dans un premier temps à démontrer la pertinence du choix des stations d'observation. Il permettra de conclure à ce sujet si elles sont réellement représentatives de toute la zone, si elles se caractérisent par des particularités telles que la rareté des espèces, l'endémisme ou au contraire l'abondance.

Ce diagnostic permettra de mettre en évidence les fonctionnements et l'interaction des différents éléments étudiés et de démontrer quels sont les éléments les plus déterminants. Il doit être une analyse cohérente de l'état des milieux (**REGAGBA, 2012**).

Mesure : L'approche et la méthodologie de planification des mesures à prendre est un volet important. Une bonne analyse et un bon diagnostic équivalent à une série de bonnes mesures.

Les mesures à prendre représentent les résultats obtenus dans la phase du diagnostic. Leur choix et leur hiérarchisation déterminent la réussite des actions à entreprendre et du plan d'aménagement. Les actions à entreprendre au sujet des espèces menacées par exemple concernent toutes les mesures et les méthodes de réintroduction de ces espèces et leur préservation dans les espaces menacés. Au niveau des écosystèmes et des habitats, les mesures qui seront préconisées se rapportent à la réhabilitation des milieux dégradés, à la préservation des habitats des espèces phares et à la restauration de ceux qui sont dégradés.

D'autres mesures nécessitent la prise en charge effective de certains aspects réglementaires et organisationnels. A ce sujet, il sera proposé l'application effective de la réglementation existante et la mise en œuvre d'une réglementation complémentaire pour assurer un ancrage juridique aux actions spécifiques.

D'autres types de mesures concernent les études complémentaires qui seront menées dans d'autres sites pour constituer des banques de données, acquérir des connaissances supplémentaires et dresser un état des lieux qui se rapproche le plus possible de la réalité du terrain (**REGAGBA, 2012**).

I.7. Méthodes d'interprétation floristique

On les groupe en trois catégories :

Approche phytosociologique : S'appuie sur la technique du relevé phytosociologique qui consiste à dresser la liste des plantes présentes dans un échantillon représentatif et homogène du tapis végétal. Elle permet à partir de relevés de définir des types phytosociologiques appelée associations végétales (**GODRON, 1968**). La méthode phytosociologique repose sur le principe que la végétation est l'élément qui synthétise le mieux les conditions du milieu. Selon **BRAUN-BLANQUET (1924)**, on peut distinguer trois phases du travail : reconnaissance préliminaires des conditions du milieu avant la réalisation de l'échantillonnage, réalisation des relevés et comparaison des relevés.

Approche phytoécologique : Basée sur l'inventaire écologique de la végétation, c'est un outil de diagnostic phytoécologique qui a remplacé les études purement phytosociologiques considérées comme étant de moindre intérêt.

Groupe écologique : Ensemble d'espèces à affinités sociologique «tendances écologiques, géographiques ou autre, qu'on certaines plantes à se regrouper» (**GOUNOT, 1969**). Un groupe écologique est un ensemble d'espèces végétales ayant approximativement la même amplitude par rapport à un ou plusieurs facteurs ou descripteurs écologiques (**DELPECH et al., 1985 in GAUDIN, 1997**).

Profils écologiques : Diagrammes de fréquence d'une espèce en fonction des classes ou segments d'un facteur.

Approche physionomique : L'aspect global d'une végétation, sa physionomie, peut être appréhendée grâce à plusieurs éléments :

- ✓ Dimension et forme de croissance : la taille dépend des conditions stationnelles, de la nature des espèces et de la forme de croissance ;
- ✓ Densité et abondance relative des espèces : la densité de la végétation permet de séparer la végétation fermée, qui couvre le sol de façon continue, et la végétation ouverte lorsque le peuplement est discontinu. L'abondance relative ajoute un trait qualitatif qui précise la description ;
- ✓ Stratification : la disposition de la végétation dans l'espace vertical est également un critère physionomique.
- ✓ Activité humaine : l'action de l'homme modifie certaines végétations à un point tel qu'une référence à ses interventions se révèle parfois indispensable.

I.8. Méthodes d'étude de la dynamique de la flore

La succession d'un couvert végétal sur un milieu donné peut être analysée en utilisant des méthodes appropriées à savoir :

Observation de la dynamique : L'évolution de la végétation est généralement très lente et les cas d'observation directe sont rares ; Plusieurs méthodes sont appliquées pour observer la dynamique de la végétation : *Méthode diachronique* et *Méthode synchronique*.

Méthode diachronique : Utilisable lorsque la succession est rapide (strates herbacées) à l'échelle de la vie humaine. L'observation directe se fera par la méthode des carrés ou transects permanents (**OZENDA, 1982**), ou par comparaison des cartes ou des photographies prises à intervalles réguliers.

Méthode synchronique : Etude des documents anciens, comme les cartes, plans cadastraux, photographies aériennes et images satellites,... ces sources d'informations peuvent donner des renseignements précieux sur l'évolution de la flore.

Analyse de la végétation actuelle : Etude comparée des groupements vivants côte à côte qui permet de reconnaître le dynamisme de la végétation. On peut rechercher s'ils sont liés par des états intermédiaires et, grâce à l'examen du degré de développement ou de la vitalité de certaines espèces, il est possible de déterminer si celles-ci constituent les restes du groupement précédent ou, au contraire, l'amorce de l'évolution vers le stade suivant.

Conclusion

L'étude de la flore ou de la végétation d'un milieu donné, constitue une étape de grande importance pour toute étude de l'environnement et des impacts de pratiques anthropiques sur cet environnement. La connaissance de la végétation ou de la flore d'un site donné permet de déterminer l'état de santé de ce dernier à travers les résultats reflétant l'état de la végétation (Flore).

L'étude de la flore d'un site donné fournit un nombre important d'informations qu'il s'agit ensuite de dépouiller et d'exploiter. L'inventaire floristique comme la méthode d'étude floristique la plus simple et la plus utilisées au sein des milieux naturels ou anthropisés comme ceux agricoles, a pour but de rassembler, selon un programme de travail rationalisé, des informations floristiques, géographiques et écologiques, sur l'ensemble de la population végétale recensée.

Le tri de ces informations dégage, dans les différents domaines, des résultats concrets, synthétiques ou encore analytiques, selon les cas. Le résultat, le plus simple comme le plus visible, est évidemment constitué par la liste des taxons qui s'appuient sur des bases écologiques peuvent être reprises pour des études de différents ordres (floristique, phytosociologie, ... etc.). Elles fournissent d'autre part, bien évidemment, le squelette de la flore régionale.

Un autre aspect de l'inventaire étant écologique, son exploitation fournit, au niveau de chaque unité taxinomique, (et de chaque unité de végétation) des informations sur l'écologie sensu stricto, la biologie, la sociologie, dans le cadre de chaque station, de chaque Pays. Volontairement limitées, les données fournies n'autorisent évidemment pas une analyse fine des conditions autoécologiques de chaque taxon, de sa biologie ou de sa sociologie ; mais elles doivent permettre d'en dresser une sorte d'esquisse écologique, propre aussi bien à fixer les idées en première approximation, qu'à ouvrir les voies d'une analyse plus fouillée. Ces informations écologiques prennent place, bien entendu, au niveau des taxons, dans la flore régionale ; mais elles peuvent être reprises et utilisées pour toute étude phytosociologique ou phytoécologique.

L'inventaire floristique au sein des milieux naturels ou encore anthropisés se différencie par son aspect écologique, du recensement classique limité à l'énumération des taxons ; son ambition est évidemment plus large. Il se rapproche en fait beaucoup de l'inventaire écologique dont elle utilise les moyens, mais s'en différencie justement par son optique d'abord floristique. Il constitue l'outil d'une tâche plus vaste, qui est la rédaction d'une flore régionale à caractère écologique, mais absolument pas une fin en soi, encore que certains de ses résultats premiers puissent être utilisés comme tels (catalogues floristiques, cartes de répartition). Sous cette forme, il est bien entendu perfectible (**DESCOINGS, 1970**).

CHAPITRE II – CARACTERISATION SYSTEMATIQUE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERS

Introduction

Dans notre cas, la végétation concernée qui va faire objet d'une étude phytoécologique est bien celle des agrosystèmes céréaliers. Il s'agit d'une flore mixte contenant diverses essences floristiques d'origines différentes lui conférant une composition hétérogène et une structure complexe. Dans la majorité des études déjà réalisées dans ce contexte, cette flore porte le nom de flore adventice ou messicole une appellation d'origine purement agronomique considérant les plantes constituant cette flore comme plantes nuisibles envahissantes des champs céréaliers.

Dans notre étude, nous allons suivre le même principe sans pour autant négliger la dimension écologique en prenant de ce fait en considération la part naturelle ou spontanée de cette flore ; nous allons donc adopter une démarche agroécologique dans notre raisonnement et analyse lors de la présente étude.

Le développement des mauvaises herbes dans les agrosystèmes céréaliers constituent un facteur agroécologique déterminant sur la qualité de la récolte et des rendements. L'impact sur les agrosystèmes reste important et est tributaire de plusieurs paramètres (**FARAOUN et BENABDELI, 2011**). Lutter contre les adventices des agrosystèmes céréaliers nécessite une connaissance approfondie de la composition systématique de leurs populations.

Le développement de ces mauvaises herbes est conditionné par les facteurs du milieu, elles présentent un spectre différent chaque campagne agricole. L'identification des espèces à forte proportion dans la flore des parcelles emblavées constitue une base fondamentale pour gérer leurs populations dans l'espace et dans le temps.

Les espèces naturelles ou dites spontanées originaires des milieux exploités en céréaliculture sont également à prendre en considération et leurs populations doivent être suivies et analysées dans un but de comprendre les mécanismes responsables de leur persistance et évolution dans de tels milieux anthropisés.

La méthode retenue pour la détermination de la composition de la flore adventice caractérisant nos agrosystèmes céréaliers est celle des inventaires floristiques (socio-écologiques) basées sur le recensement des espèces présentes sur les parcelles cultivées durant la période d'échantillonnage.

Les données collectées sont d'ordre qualitatif et elles vont servir par la suite de données de bases pour une série d'analyses descriptives visant la détermination des principales caractéristiques systématiques de la flore inventoriée. La procédure de collecte des données qualitatives sur terrain ainsi que celle de leur analyse seront détaillées ci-dessous.

II.1. Collecte des données floristiques

La méthode appliquée pour l'inventaire des espèces associées aux céréales cultivées dans les agrosystèmes retenus pour notre expérimentation était celle du « tour de champs » cités par **MAILLET (1992)** qui est la plus adaptée à notre contexte d'étude floristique. La technique d'échantillonnage du « tour de champ », nous a permis de réaliser un inventaire floristique le plus exhaustif possible en découvrant même les espèces rares.

Elle a consisté à parcourir les pivots céréaliers de nos régions d'études dans toutes les directions de façon à parcourir la totalité de leur superficie, en notant en même temps toutes les espèces végétales rencontrées à chaque passage sur une fiche de relevé floristique. La surface de l'échantillonnage correspond donc à la surface du pivot prospecté ; elle varie entre 10 et 35 ha. A chaque espèce inventoriée, nous avons affecté un code afin de les faire différencier les unes des autres en attendant leur identification ou confirmation de leur identité par la suite.

Des inventaires complémentaires ont été menés dans les parties externes des pivots c'est-à-dire dans les aires non cultivées situées en leurs bordure (bordures des parcelles cultivées). Ces bordures sont en général soit situées entre un pivot et un chemin (piste) ou entre deux pivots ; Les relevés ont été réalisés selon la technique toujours de « tour de champs ». Ces inventaires ont pour objectif d'inventorier les espèces des aires non cultivées indépendantes des pratiques agricoles ; cette information va servir comme donnée de base dans l'analyse des données floristiques obtenues et à compléter les listes floristiques.

Pour tenir compte de la phénologie des espèces végétales et pour faciliter leur identification et assurer le recensement du maximum des espèces pouvant exister dans nos parcelles emblavées, les relevés floristiques ont été effectués au niveau des sites expérimentaux de nos régions d'études du début de la campagne agricole jusqu'à sa fin.

Le tour de champs a été réalisé plusieurs fois durant la même campagne agricole pour chaque pivot et ce, depuis le stade levée de la céréale cultivée jusqu'au stade maturation. Plusieurs listes floristiques sont donc dressées pour un même pivot et pour la même campagne agricole ; la liste floristique définitive sera donc celle correspondant à la synthèse des listes obtenues.

Les relevés floristiques des espèces constituant la flore associée aux céréales cultivées dans nos régions d'étude ont été répétées quatre campagnes agricoles successives, il s'agit des campagnes : 2010, 2011, 2012 et 2013. On parle alors de deux sortes de période de relevés : courte période correspondant à une campagne agricole et longue période correspondant aux quatre campagnes agricoles. A noter que la période des relevés est fonction de l'objet étudié et aussi de l'objectif du travail. Pour un même objet, les prospections peuvent avoir lieu en différentes périodes de l'année selon les objectifs visés par le gestionnaire.

Dans notre cas l'objet de l'étude est bien l'espèce végétale, la période de relevés sera donc la phénologie des plantes raison pour laquelle nous avons répété nos relevés nombreuses fois durant le cycle de développement de la culture en place et de la flore associée. Les espèces n'ont pas toutes la même période de germination et n'ont pas toutes la même durée du cycle phénologique. L'augmentation de la fréquence des relevés dans le temps va nous permettre d'augmenter la possibilité d'inventorier le maximum d'espèces selon leur saison de germination (détecter les espèces à germination hivernale, celles à germination printanière et celles à germination estivale).

Cette répétition est également une réponse à un certain nombre d'objectifs à savoir :

- ✓ La détermination des espèces dépendantes des céréales dont la germination de leurs graines est induite par celle des graines de la céréale mise en culture ;
- ✓ La détermination des espèces dont le cycle phénologique est identique à celui de la céréale cultivée ;
- ✓ La couverture quasi totale dans le temps de la campagne agricole afin d'assurer un maximum d'exhaustivité dans les inventaires par la détection des différentes espèces pouvant se présenter dans le champ à différentes périodes de l'année.

La répétition des relevés floristiques pour plusieurs campagnes agricole est faite dans le but d'avoir des données qualitatives servant comme données de base pour l'étude de la dynamique de la flore associée un paramètre qui sera traité dans le quatrième chapitre.

Le nombre de relevés floristiques réalisé est estimé dans notre cas par pivot, par station expérimentale, par région d'étude, par campagne agricole et par durée d'étude (04 ans). Nous avons réalisé 04 relevés floristiques par pivot céréalière et par campagne agricole soit 16 relevés par pivot durant les quatre campagnes agricoles et 88 relevés par campagne agricole pour l'ensemble des régions d'étude. Notre échantillonnage floristique totalise de ce fait 352 relevés floristiques répartis sur l'ensemble des pivots céréalières retenus dans nos régions d'étude durant les quatre campagnes agricoles.

II.2. Identification des espèces inventoriées

Lors de nos échantillonnages floristiques réalisés durant la période expérimentale nous avons pris des échantillons de plantes rencontrées dans et hors pivots afin de confectionner un herbier de référence pour une ultérieure identification des plantes. Nous avons établi un catalogue floristique reprenant toutes les espèces présentes dans les 352 relevés de végétations, auxquelles nous avons adjoint les espèces supplémentaires répertoriées au cours des prospections dans les aires non cultivées aux bordures des pivots céréalières.

La majorité des espèces rencontrées sont connues surtout celles des stations expérimentales de la région d'Ouargla (rencontrées, étudiées et identifiées lors de la préparation du mémoire du magister). Pour le reste des espèces non reconnues nous avons utilisé des guides d'identification pour confirmer leurs noms scientifiques à savoir : la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques de **QUEZEL et SANTA (1962, 1963)**, la flore du Sahara de **OZENDA (1983)** et Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien de **CHEHMA (2006)**.

II.3. Interprétation des données floristiques

II.3.1. Composition systématique : La caractérisation de la composition systématique de la flore inventoriée au sein de nos pivots se fait en répartissant les espèces recensées après leur identification par familles botaniques, genres, et classes biologiques. Cette classification permet de déterminer la contribution de chaque classe systématique dans la formation de la flore inventoriée.

II.3.2. Classification biologique : Permet d'établir le spectre biologique du groupement et fournir un élément complémentaire à sa définition. Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation.

Les types biologiques sont considérés selon **RAUNKIER (1904-1907)** comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation, aux conditions de milieu. Ils ont pour intérêt d'organiser tous les végétaux selon le positionnement des organes de survie de la plante durant la période défavorable. On compte 2 catégories :

Espèces annuelles ou Thérophytes : Passage de la mauvaise saison sous forme de graine ;

Espèces vivaces ou pérennes : Persistance d'une partie de l'appareil végétatif pendant la mauvaise saison.

Ces 2 catégories sont divisées en classes :

Phanérophytes : bourgeons dormants aériens à plus de 50 cm de la surface du sol.

Chaméphytes : bourgeons dormants aériens à moins de 50 cm de la surface du sol.

Hémicryptophytes : bourgeons dormants à la surface du sol.

Géophytes : bourgeons dormants sous la surface du sol.

Cryptophytes : bourgeons cachés dans le sol.

II.3.3. Caractérisation phytogéographique : La biogéographie a pour but de structurer l'ensemble de la distribution de la biodiversité. La phytogéographie étudie la répartition des végétaux à la surface du globe et les causes de cette répartition ainsi que les relations existantes entre les espèces ou communautés végétales d'une part et la géographie, les caractéristiques mésologiques (climat et sols) et biologiques (ensemble des organismes vivants) d'autre part. Un territoire phytogéographique est défini par le degré d'originalité de sa flore et de sa végétation.

Constitue un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (**MEDERBAL et al., 1999**). Pour **QUEZEL (1983)** une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité. La biogéographie des flores actuelles est susceptible de fournir de précieux renseignements sur les modalités de leur mise en place, en particulier aux données paléo-historiques.

II.3.4. Caractérisation agroécologique : Cette étape d'analyse des données permet de classer les plantes recensées en plantes spontanées naturelles et plantes exotiques introduites. Cette procédure va nous permettre de déterminer l'importance de la part de la flore adventice par rapport à celle des adventices envahissantes et donc déduire l'état d'évolution des adventices au sein des agrosystèmes céréaliers au détriment du couvert végétal initiale des régions d'étude.

Conclusion

Il est très important de décrire la composition de la flore occupant les agrosystèmes céréaliers et de déterminer la proportion des différentes classes biologiques qui la compose ainsi que comprendre pour quoi particulièrement cette constitution bioécologique et non pas une autre.

Une meilleure connaissance des caractéristiques biologiques des différentes espèces va nous permettre de comprendre les règles d'assemblage de ces dernières dans de tels habitats particuliers. L'analyse de ces caractéristiques nous donne les éléments clé nécessaires pour répondre aux questions concernant les stratégies utilisées par les espèces associées aux céréales leur permettant de se développer et de se maintenir dans les champs céréaliers.

La composition de la flore des agrosystèmes céréaliers est le résultat d'intervention de nombreux facteurs naturels et anthropiques (agrotechniques). L'étude de cette composition permet de ce fait de comprendre comment ces facteurs agissent (directement ou indirectement) sur les individus et les groupes d'individus et interpréter avec preuves les conséquences de ces actions sur la composition de la flore.

Cette flore est traitée de point de vue agronomique comme étant une flore nuisible, portant préjudice sur la quantité et la qualité du rendement de la céréale cultivée. Sa connaissance va permettre aux gestionnaires des agrosystèmes de mieux gérer son peuplement dans les parcelles cultivées et lutter efficacement et surtout correctement contre les espèces ayant le plus d'effet sur la culture sans pour autant nuire aux espèces à faible effet ou indifférentes vis-à-vis de la céréale cultivée.

L'aspect qualitatif de la flore associée aux céréales ne donne pas une information complète sur son comportement au sein des agrosystèmes ; de ce fait la réalisation d'études portant sur les autres aspects de cette flore, comme les caractéristiques quantitatives et dynamiques, semble être nécessaire.

CHAPITRE III – ANALYSE PHYTOECOLOGIQUE STRUCTURELLE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERS

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons dresser une description écologique de la flore inventoriée au sein de nos stations durant la période d'étude. Et ce, par l'étude d'un certain nombre d'indices écologiques de structure en les prélevant directement du terrain par échantillonnage ou en les calculant en utilisant des données de base prélevées sur terrain.

Cette étude nous a permis de caractériser différemment nos flores inventoriées dans chaque station en les caractérisant sur le plan fonctionnel ou structurel par la détermination par exemple des espèces les plus fréquentes, celles les plus abondantes, les populations ayant l'effectif le plus important,

Les informations tirées, des indices écologiques étudiés, nous ont donné un aperçu sur la structuration des communautés végétales de nos agrosystèmes céréaliers et les facteurs qui y agissaient. Elles nous ont permis de définir les groupes fonctionnels et le poids qu'ils exercent au sein des communautés inventoriées.

La caractérisation quantitative de la flore associée aux céréales est une étape essentielle dans l'étude. Elle nous donne des informations d'ordre écologique dont leur interprétation et explication nous aide à acquérir des informations d'ordre agronomique nous permettant de mieux gérer les peuplements des espèces adventices au sein des parcelles emblavées.

Toujours à noter que cette caractérisation de la flore reste insuffisante et les données obtenues doivent être complétées par d'autres décrivant ou traitant d'autres aspects de nos flores inventoriées.

III.1. Collecte des données phytoécologiques

Nous avons entamé notre étude en réalisant plusieurs relevés phytoécologiques réparties dans l'espace et dans le temps de façon raisonnée selon nos objectifs fixés préalablement. Nos inventaires quantitatifs de la végétation de surface (Végétation réelle), ont été réalisés sur 528 parcelles réparties sur 22 pivots appartenant à 04 stations (Exploitations agricoles). Ces inventaires ont fait l'objet d'une étude durant quatre campagnes agricoles consécutives.

Emplacement des relevés : Elles s'effectuent dans des stations physionomiquement homogènes d'un point de vue de la flore et des formations végétales. Avant de réaliser un échantillonnage la délimitation d'une surface floristiquement homogène est donc une condition indispensable.

Un relevé de végétation a pour but de décrire au mieux l'individu d'association présent. Pour que le relevé soit homogène, on travaille le plus souvent « à choix raisonné », c'est-à-dire qu'on fixe la zone sur laquelle on va faire un relevé en essayant qu'elle soit le plus homogène possible.

En raison de la particularité de nos agrosystèmes compte tenu d'une plus grande hétérogénéité de la végétation et de sa distribution spatiale plus agrégée où on trouve les adventices souvent réparties en taches, les surfaces de relevées ont été définies difficilement.

L'homogénéité de la végétation a été déterminée à vue d'œil Ainsi, nous avons adopté le «tour de champ» qui est la méthode la plus adaptée à ce contexte (**MAILLET, 1981**) en parcourant la culture dans toutes les directions suivant le rayon du pivot. Ceci nous a permis de localiser correctement les différentes parcelles de réalisation des relevés quantitatifs.

Dans les quatre stations réparties dans nos régions d'étude, nous avons délimité des parcelles de relevés dans tous les pivots retenus pour la réalisation de notre expérimentation. Dans chaque pivot céréalier 08 parcelles principales ont été délimitées en allant du centre jusqu'à la périphérie ; chaque parcelle contient trois surfaces d'échantillonnage occupant respectivement le centre, la partie médiane et la périphérie du pivot ; ce choix de répartition des surfaces a été opéré de façon à couvrir la plus large diversité des caractéristiques floristiques et du milieu.

Méthode de relevés : Les relevés ont été mis en œuvre selon la méthode des quadras (GLEASON, 1920). Ces derniers ont été positionnés afin d'obtenir des relevés représentatifs de la végétation présente au sein de chaque pivot. Le choix de leur emplacement et leur répartition au sein des pivots était subjectif, c'est la forme d'échantillonnage selon certains auteurs la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage.

L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience.

Ainsi, nous avons délimité 24 quadras au sein de chaque pivot.

Informations relevées pour chaque espèce : Lors d'un relevé floristique (qualitatif) de végétation, on construit la liste exhaustive des plantes présentes. Après et lors d'un relevé quantitatif à chaque plante, on peut adjoindre divers coefficients ou informations qui complètent l'information apportée par les premiers relevés. Dans notre cas nous avons adopté les indices suivants :

a) Recouvrement : Exprimé en pourcent, il reflète pour chaque espèce recensée sa proportion occupée au sein de la flore totale par rapport aux autres espèces existantes en matière de superficie du sol occupée (DAGET et GODRON, 1995).

Il peut être estimé d'une manière subjective selon les états et les classes de peuplement suivantes :

- **Fermée** : recouvrement global supérieur à 90%
- **Peu ouverte** : recouvrements compris entre 75 et 90%
- **Semi-ouverte** : recouvrements compris entre 50 et 75%
- **Ouverte** : recouvrements compris entre 25 et 50%
- **Très ouverte** : recouvrements compris entre 10 et 25%
- **Extrêmement ouverte** : recouvrements compris entre 0 et 10%

b) Abondance dominance : L'abondance exprime le nombre approximatif des individus de chaque espèce entrant dans un relevé d'association, elle estime son degré de présence sur une surface de référence tandis que la dominance est la surface couverte par l'ensemble des individus de l'espèce considérée sur la surface totale étudiée (degré de couverture ou place occupée par l'espèce).

Pratiquement on estime conjointement les deux caractères abondance et dominance car ils sont évidemment liés l'un à l'autre. On utilise donc une échelle mixte, l'échelle de **BRAUN-BLANQUET (1951)**.

- + : Nombre d'individus et degré de recouvrement très faible ;
- 1 : Individus assez abondants mais le degré de recouvrement faible ($< 1/20$) ;
- 2 : Nombre quelconque d'individus ou recouvrant $1/20$ à $1/4$ de la surface étudiée ;
- 3 : Nombre quelconque d'individus ou recouvrant $1/4$ à $1/2$ de la surface étudiée ;
- 4 : Nombre quelconque d'individus ou recouvrant $1/2$ à $3/4$ de la surface étudiée ;
- 5 : Nombre quelconque d'individus ou recouvrant $< 3/4$ de la surface étudiée ;

c) Sociabilité : La sociabilité correspond à la faculté de certaines plantes à vivre en groupes plus ou moins denses. Dans un relevé pour une même abondance dominance, 3 par exemple ($1/4$ à $1/2$ de la surface couverte) la répartition des individus peut être différente selon que les individus soit isolés les uns des autres. Qu'ils forment de petites ou de grandes touffes ou encore des peuplements compacts. Un coefficient a été créé pour coder la sociabilité des espèces présentes dans un relevé (**DAGET et GODRON, 1995**) :

- 5 : espèces couvrant plus de $3/4$ de la surface ;
- 4 : de $3/4$ à t/z ;
- 3 : de $1/2$ à $3/4$;
- 2 : espèces abondantes mais couvrant moins de $1/4$;
- 1 : espèces bien représentées mais couvrant moins de $1/20$;
- + : espèces présentes mais d'une manière non chiffrable.

Surface des relevés : La surface à inventorier est celle de l'aire minimale. On peut calculer celle-ci en effectuant des relevés de plus en plus grands et en totalisant le nombre d'espèces rencontrées. Cette aire est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre (**OZENDA, 1982**).

La méthode de l'aire minimale décrite par **BRAUN-BLANQUET (1951)**, **GOUNOT (1969)**, **GHINOCHET (1973)**, consiste à dresser la liste des espèces sur une placette de 1m^2 , ensuite celle-ci sera doublée et sont alors ajoutés les espèces nouvelles qui apparaissent. Par dédoublement successifs, on est supposé arrivé à une surface $(1+2+3+\dots+n)$ à partir de laquelle il n'y a plus d'espèces qui apparaissent. Elle est plus ou moins importante en fonction de la taille de la zone homogène.

On s'accorde cependant à considérer comme l'aire minimale la surface correspondant au point d'inflexion de la courbe, le palier étant difficile à atteindre, les conditions de milieu homogènes étant rarement suffisamment étendues. Dans notre cas et vu l'hétérogénéité de la flore associée sujet de notre étude, la surface des quadrats, surfaces de relevés quantitatifs, n'était pas la même pour tous les pivots. Elle varierait entre 1 et 3 m² selon le pivot et selon sa végétation (sa répartition).

Période des relevés (de prélèvement des échantillons)

Elle est fonction de l'objet étudié et, s'il s'agit d'une espèce, de sa phénologie. Cette phénologie n'est pas identique sur tout le territoire et varie d'une région géographique à l'autre. La période est aussi fonction des objectifs ; pour un même objet, les prospections peuvent avoir lieu en différentes périodes. Dans notre cas les relevés ont eu lieu durant la campagne agricole, c'est-à-dire à l'intérieur du cycle de développement phénologique de la céréale en place soit une période variant entre 05 et 6 mois selon le site d'étude.

Fréquence des relevés : Elle est déterminante dans la compréhension des phénomènes régissant les populations ou les habitats. De la fréquence des observations dépend l'interprétation des données : Fluctuations interannuelles de population (sur un même habitat) ; Fluctuations saisonnières ; Fluctuations de population en relation avec l'évolution des conditions du milieu, ... etc.

La fréquence des observations est aussi fonction de l'intérêt de l'espace naturel pour le groupe étudié et de la présence ou non d'espèces remarquables à surveiller. Pour notre cas les relevés ont été réalisés quatre fois durant la campagne agricole répartis à intervalle fixe et répétés de la même façon durant trois autres campagnes agricoles.

La répétition des relevés avait comme objectif le suivi régulier de la flore associée dans nos agrosystèmes depuis la levée de la céréale cultivée jusqu'à son stade de maturation. Ce suivi régulier été dans le but d'avoir un maximum d'informations à travers des observations visuelles continues et des indices prélevés régulièrement sur terrain concernant la répartition et le comportement des espèces végétales cohabitent avec la culture dans les agrosystèmes retenus pour notre étude.

Des paramètres en relation avec la biologie et la phénologie des espèces végétales et d'autre en relation avec les conditions agrotechniques des champs ont été pris également en compte dans le choix de la répartition dans le temps de nos relevés phytoécologiques.

On parle alors de deux types de répartition de nos relevés ; une dans le temps et une autre dans l'espace. On distingue alors :

- ✓ La fréquence de chaque prélèvement au cours d'une campagne agricole (liée à la méthode que nous avons choisi),
- ✓ La fréquence pluriannuelle (quatre campagne agricoles), qui dépend de l'objectif poursuivi qui est l'étude de la dynamique d'évolution de la flore associée. Cet aspect sera traité dans le quatrième chapitre.

III.2. Caractérisations synthétiques de la flore

III.2.1. Richesse spécifique

A ne pas confondre avec la biodiversité. La richesse spécifique est simplement le nombre d'espèces dans le milieu, sans tenir compte le moins du monde des rapports numériques ou de biomasse entre elles : un milieu (imaginaire) comportant une seule espèce extrêmement abondante et 50 espèces rarissimes aurait la même richesse spécifique (égale à 51) qu'un milieu comportant 51 espèces en effectifs équilibrés (**CANARD, 2004**). Ce nombre d'espèces sera d'autant plus précis que l'échantillonnage est important (surface, fréquence, durée,).

La **richesse totale** (S), est le nombre total des espèces contactées au moins une seule fois au terme de N relevés (**BLONDEL, 1975**), mais la **richesse moyenne** (S_m) correspond au nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé (**BLONDEL, 1979 et RAMADE, 1984**).

On parlera de flore

- ✓ raréfiée, lorsqu'il y a moins de 5 espèces sur cette aire stationnelle
- ✓ très pauvre, de 6 à 10 espèces
- ✓ pauvre, de 11 à 20 espèces
- ✓ moyenne, de 21 à 30 espèces
- ✓ assez riche, de 31 à 40 espèces
- ✓ riche, de 41 à 50 espèces
- ✓ très riche, de 51 à 75 espèces
- ✓ exceptionnellement riche, lorsqu'il y a plus de 75 espèces

III.2.2. Indice de similitude de Sorensen

Les données floristiques que nous avons exploité pour présenter le niveau de richesse spécifique des flores associées inventoriées au sein de nos stations étaient d'ordre qualitatif (familles botaniques, genres et espèces, ...). La richesse spécifique a été déterminée à partir de la liste floristique générale issue des relevés effectués dans tous les sites expérimentaux.

Dans ce cas, il était plus judicieux de comparer la ressemblance en composition floristique entre ces sites en terme quantitatif plus précis. Le taux de similitude en composition floristique entre les différents sites, a été déterminé en calculant l'indice de similitude de **SORENSEN (1948)**.

Ce dernier est fréquemment utilisé dans les études phytosociologiques, il permet de quantifier le degré de ressemblance de deux listes d'espèces issues de deux sites A et B. Il se calcule selon la formule : **$I_{\text{Sorensen}} = \frac{2a}{2a + b + c}$**

- a. nombre d'espèces communes aux deux groupements ;
- b. nombre d'espèces exclusives au groupement 1 ;
- c. nombre d'espèces exclusives au groupement 2.

Le coefficient de Sorensen donne deux fois plus d'importance au nombre d'espèces communes entre deux sites qu'au nombre d'espèces caractéristiques d'un site. C'est une mesure très simple de la biodiversité bêta, variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à la valeur 1 lorsque les mêmes espèces existent dans les deux communautés.

III.2.3. Diversité spécifique

Pour estimer la richesse en taxons d'une flore donnée et la répartition de ces taxons, on utilise fréquemment des indices de diversité dont les trois principaux sont ceux de SHANNON-WEAVER, de SIMPSON et de GLEASON. Dans notre cas nous avons utilisé les indices suivants :

III.2.3.1. Indice de SHANNON-WEAVER « H' » : Est l'indice le plus utilisé pour exprimer la diversité en espèces d'une flore. Il fournit des informations sur la complexité de la structure d'une communauté dans un site donné. L'indice de diversité spécifique de SHANNON (**SHANNON et WEAVER, 1949**) rend compte de l'importance relative de chacune des espèces dans la communauté.

Il s'exprime en bit par individu et se calcule par la formule : $H' = - \sum n_i/N \log_2 n_i/N$

H' : Indice de diversité exprimé en bits ;

n_i : l'effectif de l' $i^{\text{ème}}$ espèce dans l'échantillon.

N : le nombre total d'individus dans l'échantillon.

Généralement et quel que soit le groupe taxinomique dans la flore inventoriée, l'indice de SHANNON-WEAVER est compris entre moins de 1 et 5. Une valeur voisine de 0,5 est déjà très faible. Il accorde une importance plus ou moins grande aux espèces rares.

Dans tous les cas, cet indice convient bien à l'étude comparative de communautés car il est relativement indépendant de la taille des relevés.

III.2.3.2. Indice de Diversité floristique maximale ($H'_{\max}$) : A nombre égal de taxons et d'individus, plus un taxon est abondant, plus faible nous apparaît la diversité globale. La diversité est maximale lorsque le nombre total d'individus sur un site est réparti régulièrement entre les taxons.

Comme la diversité maximale est atteinte dans le cas d'une équi-fréquence des S taxons du relevé (régularité des abondances), dans le cas de Shannon-Weaver, on en déduit la **Diversité floristique maximale ($H'_{\max}$)**. Il est calculé par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 (S)$$

III.2.3.3. Indice d'équitabilité de (PIELOU, 1966) : Ou de régularité, il informe sur la proportion de l'abondance totale des individus contrôlée par une proportion des espèces dominantes. C'est une mesure d'hétérogénéité de l'abondance entre les espèces d'une communauté. Représente le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et le logarithme de richesse spécifique de l'échantillon : $R = H' / \log_2 (S)$.

Il mesure en quelque sorte l'équilibre de la répartition des différents individus entre les espèces : cet indice est égal à 1 lorsque toutes les espèces sont représentées par le même nombre d'individus (ont la même abondance) dans le site d'étude et tend vers 0 lorsqu'il y a un déséquilibre important. Dans la nature, cet indice est communément de l'ordre de 0,8 ou 0,9.

III.2.4. Fréquence des espèces

III.2.4.1. Fréquence centésimale FC : Rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de présences et le nombre total d'unités observées ; elle constitue une mesure du recouvrement de l'espèce. Elle est également appelée la fréquence d'occurrence, fréquence d'apparition ou encore indice de constance. Cette fréquence se calcule par la formule :

$$FC = (n_i / N) \times 100$$

FC : Fréquence d'occurrence ;

n_i : Nombre de relevés contenant l'espèce i ;

N : Nombre total de relevés effectués.

Selon **BACHELIER (1978)** et **DAJOZ (1971)** Une espèce est :

- Omniprésente si : $C = 100 \%$;
- Constante si : $75 \% \leq C < 100 \%$;
- Régulière si : $50 \% \leq C < 75 \%$;
- Accessoire si : $25 \% \leq C < 50 \%$;
- Accidentelle si : $5 \% \leq C < 25 \%$;
- Rare si : $C < 5 \%$.

III.2.4.2. Contribution spécifique de présence ou CSP : Proportion de chaque espèce présente dans la flore totale inventoriée, exprimée en pourcentage. C'est le rapport entre la fréquence centésimale de cette espèce et la somme des fréquences centésimales de toutes les espèces ; elle traduit la participation de l'espèce en recouvrement de la surface du sol.

$$CSP = (FS_i / \sum FS_i) \times 100$$

Conclusion

Cette phase d'étude de la flore occupant nos agrosystèmes céréaliers, va nous permettre de mettre en évidence les principaux traits écologiques fonctionnels caractérisant cette flore. Et ce, par la détermination et la description des différents groupes fonctionnels constituant les communautés végétales au sein de nos parcelles emblavées.

La prise en considération d'un certain nombre d'indices écologiques quantitatifs de structure dans notre analyse phytoécologique avait comme objectif de classer les différentes espèces inventoriées en groupes bien distincts en fonction de leur contribution dans la flore totale inventoriée. Le traitement des résultats relatifs aux différents indices écologiques retenus va nous permettre d'identifier quelles sont les espèces végétales les plus fréquentes et les plus abondantes dans nos champs céréaliers et par conséquent connaître quelles sont les espèces les plus redoutables et qui exercent le plus de nuisibilité sur la culture.

La confection des listes d'inventaires contenant les espèces recensées associée chacune à ses indices de fréquence, d'abondance ou de constance par exemple va permettre de hiérarchiser la vulnérabilité de chaque taxon en qualifiant son degré de menaces au sein de chaque pivot ou station d'étude. Il s'agit d'un outil supplémentaire permettant de prioriser et orienter les actions contribuant directement ou indirectement à la conservation de la flore de la région et la gestion de la flore exogène qualifiée adventice ou nuisible.

Les résultats qui seront obtenus suite à cette analyse quantitative de la flore ont une valeur indicative. Ils consistent en une hiérarchisation de la vulnérabilité des espèces végétales des agrosystèmes des régions d'études et constituent un outil d'aide à l'identification et à l'évaluation des enjeux de gestion et/ou de conservation. Les catégories d'espèces définies ne sont pas figées et pourront évoluer en fonction des connaissances des méthodes utilisées et en fonction du temps et des conditions de milieu naturel et agrotechnique.

Ces résultats vont démontrer ainsi l'intérêt de travailler selon une approche fonctionnelle, complémentaire de l'approche taxonomique classique, entamée dans le deuxième chapitre, lorsque l'on souhaite comprendre et expliquer l'état d'une végétation dans une parcelle agricole.

C'est particulièrement utile pour la conception de modèles de prévision de la végétation et de la gestion efficace de son peuplement dans le temps et dans l'espace, pour les parcelles cultivées, en tenant compte des mécanismes et des processus écologiques qui s'établissent au sein de ces communautés végétales.

CHAPITRE IV – ANALYSE DE LA VARIABILITE SPATIOTEMPORELLE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERS

Introduction

Les associations végétales ne sont pas des états indéfiniment stables à moins qu'une cause particulière (érosion permanente du sol, vent, surpâturage, action de l'homme) ne contrarie leur évolution ; Elles présentent en général une transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent en chaque point : cette transformation a été appelée «dynamisme de la végétation ». **(OZENDA, 1982 in REGAGBA, 2012).**

Le suivi dans le temps du changement des différentes caractéristiques phytoécologiques floristiques et structurelles de la flore permet d'avoir des résultats précis sur les tendances évolutives de par la comparaison directe des espèces et ainsi d'observer le changement d'association, ou l'évolution de l'abondance d'espèces caractéristiques de certains types d'association, ou encore d'espèces caractéristiques de groupes écologiques.

La méthode la plus classique pour décrire un milieu est de déterminer à quelle association végétale appartient l'individu d'association qui l'occupe. En renouvelant dans le temps ces observations, on obtient des informations sur l'évolution de la végétation. La comparaison des états d'une végétation donnée permet surtout de montrer les changements de composition et de structure relativement clairs, notamment les extensions ou les régressions de groupements végétaux.

Dans les agrosystèmes, l'étude des variabilités spatiale et temporelle de la flore associée aux cultures, sous l'effet des conditions du milieu (naturelles et agrotechniques), permet de comprendre les mécanismes régissant la variabilité de distribution des espèces au sein des parcelles et répondre aux questions en relation avec leur devenir sous l'influence des conditions de conduite des agrosystèmes; par conséquent déduire, en fonction des résultats obtenus, s'il y aura ou non un risque malherbologique.

La flore adventice de ces systèmes agricoles et son évolution sont contraintes à plusieurs échelles temporelles. Par le choix du type de travail du sol, la date de semis, la nature de la culture implantée et les pratiques associées (fertilisation, désherbage), l'agriculteur impose chaque saison culturale un ensemble de perturbations particulières **(KROPAC et al., 1971).**

À moyen terme, la succession de différentes cultures durant la rotation constitue une séquence originale de perturbations qui confère, via les succès et les échecs des espèces, une trajectoire à la communauté de mauvaises herbes hébergées. À ces cycles annuels et pluriannuels s'ajoute à plus long terme l'effet de l'adoption de nouvelles techniques culturales : généralisation du désherbage chimique, nouveaux désherbants sur le marché, modification de la profondeur de travail du sol, ... etc. (**KROPAC et al., 1971**).

La théorie des filtres considère que l'assemblage des espèces en communauté est déterminé par les contraintes environnementales qui agissent comme des filtres sélectionnant les espèces ayant des traits biologiques adaptés. Appliquée à une parcelle cultivée, cette théorie schématise les techniques culturales comme la superposition de plusieurs filtres. Certains sont quasi-identiques tous les ans et définissent les caractéristiques du milieu cultivé tels que perturbations superficielles du sol lors du semis. D'autres peuvent varier chaque année (date de semis, nature des herbicides utilisés) ou évoluer sur le plus long terme (part de l'assolement labouré ou place dédiée à de nouvelles espèces cultivées) (**BOOTH et al., 2002**).

Parmi ce dernier type de filtres, les agrosystèmes cultivés ont été marqués durant les dernières années par l'introduction de plusieurs nouvelles variétés cultivées et/ou leur extension sur de plus vastes surfaces. Ceci a eu pour conséquence de modifier profondément les milieux et d'introduire un ensemble de pressions de sélection nouvelles ou différentes sur la flore (date et densité de semis, niveaux de fertilisations, nature des désherbants, date de fermeture du milieu et date de récolte) (**BOOTH et al., 2002**).

Dans nos régions d'étude, la production céréalière, conduite sous centre pivots, reste une activité à importance non négligeable où le développement des espèces envahissantes constitue un handicap majeur sur les rendements ; elles présentent une dynamique différente d'une compagne agricole à une autre dépendant des facteurs du milieu et des techniques culturales. Le but de l'étude est donc de comprendre cette dynamique et d'identifier les espèces à large spectre agissant négativement sur les céréales un pas pouvant être important dans une stratégie future de gestion et de contrôle de ces espèces.

IV.1. Méthode d'analyse

La dynamique de la flore associée inventoriée au sein des pivots choisis pour notre expérimentation a été étudiée sur ces deux dimensions spatiale et temporelle. L'ensemble des caractéristiques quantitatives et qualitatives des espèces relevées durant la période d'échantillonnage ont subi une analyse de leur variabilité dans l'espace et dans le temps et ce, à différentes échelles. Nous avons de ce fait procédé à la synthèse de l'ensemble des résultats obtenus pour la totalité des sites d'échantillonnage et pendant les quatre campagnes agricoles (2010, 2013). Il s'agit d'un travail de synthèse portant sur des données relevées sur 528 parcelles d'échantillonnage réparties sur 22 pivots et 04 stations d'étude.

IV.1.1. Analyse de la variabilité spatiale de la flore

IV.1.1.1. Objectif

Elle a pour but d'étudier l'ensemble des changements affectant les caractéristiques de la flore inventoriée dans l'espace à l'échelle des parcelles, des pivots, des zones et des régions d'étude et déterminer les facteurs responsables de ces changements et leurs conséquences sur la composition et/ou la structure des communautés végétales de nos régions d'étude.

Cette étude, permet de mettre en évidence la relation entre les facteurs liés aux différentes échelles de variabilité spatiale et les changements s'ils existent affectant les caractéristiques de la flore et des espèces inventoriées à savoir le mode de conduite des parcelles (itinéraire technique), les facteurs pédologiques et topographiques, les facteurs climatiques, ...

IV.1.1.2. Méthodologie

Pour la réalisation de cette étude, nous avons suivi la variabilité des données floristiques et phytoécologiques de structure de chaque flore et de chaque espèce relevée à différentes échelles spatiales en allant de la plus petite vers la plus vaste ; c'est dire la variabilité entre parcelles du même pivot, entre pivots de la même station entre stations (zones) de la même région et entre régions d'étude.

Pour chaque niveau d'étude et pour chaque campagne agricole les résultats obtenus pour la même flore et ceux obtenus pour la même espèce ont été comparés entre eux ; et en cas de variabilité des facteurs sont mis en évidence pour l'explication des causes de cette variabilité et ses conséquences sur la flore et la culture mise en place également.

IV.1.1.3. Paramètres étudiés

Flore : Pour chaque flore nous étudié la variabilité de sa composition en espèces, en familles botaniques, en classes, en groupes biologiques et en origines biogéographiques ainsi que la variabilité de sa richesse et sa diversité spécifiques. La variabilité de ces caractères a été étudiée entre pivots, entre stations et entre régions d'étude du faite de l'impossibilité d'avoir des changements entre parcelles du même pivot.

Espèces : Au niveau individuel, c'est-à-dire pour chaque espèce inventoriée, nous avons étudié la variabilité spatiale des différents indices écologiques relevés directement sur terrain ou calculés et ce pour toutes les échelles de variabilité en allant des parcelles vers les régions d'étude à savoir le taux de recouvrement, les indices d'abondance dominance, de fréquence, de constance, d'équitabilité et de sociabilité.

IV.1.2. Analyse de la variabilité temporelle de la flore

IV.1.2.1. Objectif

A ce niveau on étudie les modifications des aspects généraux et fonctionnels des communautés végétales et leurs espèces dans le temps et ce, au sein : des parcelles cultivées, des pivots céréaliers, des zones et des régions d'étude. Ainsi on essaye de mettre en évidences les éléments à l'origine de ces modifications et leurs conséquences sur les caractéristiques qualitatifs et quantitatifs. Le suivi de l'évolution de nos communautés végétales dans le temps va nous permettre de déterminer les effets des facteurs en relation avec les échelles de variabilité temporelle et les modifications qu'ils peuvent induire au sein de la flore ou des espèces inventoriées en expliquant les mécanismes mis en jeu. Parmi ces facteurs on distingue : le stade de développement phénologique, la saison et la campagne agricole ou l'année.

A noter également, que les communautés végétales occupant nos agrosystèmes céréaliers sont constituées de deux catégories d'espèces ayant chacune son poids et ses rôles et effets sur le milieu qu'elles occupent.

L'étude de l'évolution temporelle de la flore associée implique donc le traitement de chacune de ces flores indépendamment dans l'objectif de faire ressortir le sens de l'évolution de chacune d'elles à part et par conséquent, mettre en évidence l'état de nos agrosystèmes sur les plans agronomique et écologique selon la nature des espèces qui évoluent progressivement et celles qui sont en régression.

Il s'agit donc de chercher par cette étude de trouver une catégorisation des espèces en fonction de leur évolution. La dynamique saisonnière ou en fonction des stades phénologiques différencie les espèces en dépendantes ou indépendante de la céréale cultivée en fonction de leur comportement vis-à-vis de la biologie de la culture, alors que la dynamique annuelle fait différencier les espèces en stables, progressives et régressives.

Cette étude permet de faire ressortir l'état d'équilibre écologique de nos agrosystèmes céréaliers et donc le devenir de leurs capacités agronomiques en mettant l'accent sur la question de leur durabilité.

IV.1.2.2. Méthodologie

Nous avons adopté la même procédure utilisée pour étudier l'évolution spatiale de la flore associée. Le principe reste toujours le même, il s'agit de suivre la couverture végétale des différents sites d'étude durant les quatre campagnes agricoles en comparant les données relevées. En cas de différences significatives on passe à l'étape d'analyse et d'interprétation des résultats en utilisant les méthodes les plus appropriées selon qu'il s'agit d'une variabilité à court ou à moyen terme (saisonnière ou annuelle). On a étudié la variabilité des caractères entre saisons, stades phénologiques et années (campagnes agricoles) pour le même pivot, puis pour la même station et en fin pour la même région.

Revenons aux objectifs de réalisation de ce suivi, on constate que c'est plutôt l'étude de la dynamique annuelle de la flore qui répond le mieux à ces objectifs car elle met en évidence le rythme et le sens d'évolution des espèces associées aux céréales par l'analyse de l'évolution de certains indices écologiques quantitatifs déterminant le pouvoir invasif des plantes.

IV.1.2.3. Paramètres étudiés

Flore : Suivi des modifications de la composition en espèces, en familles botaniques, en classes, en groupes biologiques et en origines biogéographiques ainsi que la variabilité de la richesse et la diversité spécifiques.

Espèces : Sont considérées comme de bonnes indicatrices de l'état d'évolution des agrosystèmes céréaliers dans nos régions d'étude. Selon qu'il s'agit d'une espèce naturelle ou invasive le suivi dans le temps s'intéresse des indices retenus pour l'analyse de la dynamique spatiale.

Conclusion

L'étude de la dynamique de la végétation des agrosystèmes constitue une approche très importante. L'étude de l'évolution temporelle de cette végétation permet de mieux estimer les risques d'infestation et d'évolution de la flore pour promouvoir des pratiques agricoles qui empêchent ou réduisent la production et la dissémination des graines.

Il est évident que la dynamique de la végétation des agrosystèmes ne peut être comprise après une étude aussi courte car les effets des facteurs responsables de cette dynamique, par leur incidence sur les caractéristiques biologiques de la flore de surface, se répercutent également sur le stock semencier ou la végétation potentielle dont l'abondance se manifeste à plus long terme.

Une étude sur des périodes plus longues demeure donc nécessaire. Les recherches sur la dynamique devront être poursuivies sur plusieurs années et dans des conditions réelles de pratique agricole ; et doivent tenir compte des différents paramètres climatiques, agrotechniques, écophysiologiques et nutritionnels des adventices pour préciser les périodes propices de démarrage de leur végétation par exemple ou les périodes propices de reproduction ou de production de graines (**FRIED, 2007**).

Ceci permet de déterminer les adventices les plus nuisibles et leur contrôle aux périodes critiques de concurrence c'est-à-dire aux dates correspondants à une demande accrue en ressources. En fin, les expériences basées sur le suivi de la couverture végétale des agrosystèmes devront être complétées par d'autres visant l'évaluation du stock semencier du sol et comprendre son évolution afin d'établir les corrélations possibles entre flore potentielle (stock semencier) et flore réelle (flore de surface) par la connaissance du comportement germinatif des graines (**FRIED, 2007**).

***Troisième partie –
Constitution et dynamique de la
flore des agrosystèmes céréaliers***

CHAPITRE I – COMPOSITION SYTEMATIQUE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERS EN MILIEUX ARIDES

Introduction

Les différentes sorties réalisées au sein des pivots céréaliers retenus pour nos relevés repartis sur les différentes stations dans les deux régions d'étude. Nous ont permet de recenser de façon exhaustive les espèces végétales constituant la flore caractérisant les champs céréaliers des régions arides.

Les espèces inventoriées sur sites expérimentaux ont fait objet d'une analyse qualitative ayant comme objectif de caractériser sur le plan systématique la flore totale des agrosystèmes céréaliers dans chacune des régions d'étude.

Dans le présent chapitre nous allons faire ressortir les principaux traits floristiques caractérisant les flores inventoriées dans chaque région et mettre en évidence les éléments explicatifs ce cette composition si possible.

I.1. Liste floristiques des espèces inventoriées dans la flore associée

A échelle globale, l'inventaire réalisé a permis d'obtenir une liste floristique reflétant une flore associée de 71 espèces adventices constituant 02,26% de la flore d'Algérie estimée à 3139 espèces (Tableau 01). A échelle régionale, les relevés floristiques ont permis de recenser 59 taxons dans la région de Ouargla, pour l'ensemble des campagnes agricoles et 62 taxons dans la région de Ghardaïa. Soit respectivement 01,87% et 01,97% de la flore d'Algérie (QUEZEL et SANTA, 1963).

Tableau 01 - Adventices inventoriées sous pivots dans l'ensemble des régions d'étude

Famille botanique	Espèce	Famille botanique	Espèce
Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i>
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>		<i>Suaeda fruticosa</i>
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i>
	<i>Scandix hispanicus</i>	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
	<i>Scandix pecten - veneris</i>	Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i>
Asteraceae	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	Fabaceae	<i>Melilotus indica</i>
	<i>Atractylis delicatula</i>		<i>Melilotus infesta</i>
	<i>Calendula aegyptiaca</i>		<i>Vicia tetrasperme</i>
	<i>Calendula bicolor</i>		<i>Trigonella polycerata</i>
	<i>Carthamus eriocephalus</i>	Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>
	<i>Centaurea microcarpa</i>	Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i>
	<i>Cotula cinerea</i>	Malvaceae	<i>Lavatera critica</i>
	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>		<i>Malva parviflora</i>
	<i>Ifloga spicata</i>	Plantaginaceae	<i>Plantago ciliate</i>
	<i>Launaea capitata</i>	Poaceae	<i>Bromus madritensis</i>
	<i>Launaea glomerata</i>		<i>Bromus scorpis</i>
	<i>Launaea nudicaulis</i>		<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Launaea resedifolia</i>		<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Senecio vulgaris</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Sonchus asper</i>		<i>Phalaris paradoxa</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i>		<i>Pholiorus incornus</i>
Boraginaceae	<i>Echium humile</i>		<i>Poa trivialis</i>
	<i>Megastoma pusillum</i>		<i>Polypogon monspeliensis</i>
	<i>Moltkiopsis ciliate</i>		<i>Sphenopus divaricatus</i>
Brassicaceae	<i>Beta vulgaris</i>		<i>Stipagrostis plumose</i>
	<i>Diploaxis harra</i>		<i>Stipagrostis pungens</i>
	<i>Malcolmia africana</i>	Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i>
	<i>Oudneya Africana</i>		<i>Polygonum argyrocholeum</i>
	<i>Rapistrum rugosum</i>		<i>Polygonum aviculare</i>
	<i>Sinapis arvensis</i>		<i>Rumex simpliciflorus</i>
	<i>Sisymbrium reboudianum</i>	Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>
Caryophyllaceae	<i>Spergularia salina</i>	Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i>
	<i>Vacaria pyramidata</i>	Rubiaceae	<i>Rubia perigrina</i>
Chenopodiaceae	<i>Atriplex dimorphostegia</i>	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Bassia muricata</i>	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i>
	<i>Chenopodium album</i>	Total	71

Il est à noter que la flore caractéristique des agrosystèmes céréaliers étudiés au sein de nos régions d'étude est relativement pauvre en espèces. Sa contribution en genres et en familles botaniques dans la flore algérienne globale est faible.

Cette faiblesse de représentativité de la flore des agrosystèmes sahariens peut être expliquée par les conditions édapho-climatiques difficiles ne permettant pas l'installation d'un grand nombre d'espèces malgré les modifications apportées par l'homme au sein de ces agrosystèmes à travers l'itinéraire technique appliqué le long du cycle de développement de la culture en place et qui sert à améliorer localement les conditions de vie pour la culture favorisant par conséquent l'installation d'un certain nombre d'espèces.

De ce fait on constate que la présence des espèces citées ci-dessus dans nos agrosystèmes étant à la fois liée à un environnement écologique (sol, climat) et à un environnement agronomique (pratiques culturales).

Autre facteur pouvant également expliquer cette pauvreté et cette composition en espèces ; il s'agit du phénomène de sélection important qui diminue de plus en plus dans le temps le nombre d'espèces occupant les champs céréaliers. Les espèces généralement présentes sont des adventices spécialisées elles sont plus adaptées aux conditions des milieux cultivés que les autres.

La date de semis, les pratiques de désherbage, l'irrigation et les autres pratiques culturales, sélectionnent une flore qui répond favorablement à ce genre de pressions exercées sur le milieu. S'ajoute à ces facteurs l'adaptation à l'environnement créée par la culture (héliophilie, nitrophilie, ... etc.) (**FRIED et al., 2009**).

L'adaptation aux conditions naturelles du milieu et à celles caractérisant la conduite technique des agrosystèmes céréaliers ne sont pas les seuls facteurs expliquant la réussite des espèces constituant notre flore associée globale. Ces espèces ont réussi également grâce à l'ensemble des caractères biologiques et écologiques couvrant notamment la morphologie, la phénologie, les modalités de la reproduction des plantes, la réponse aux herbicides, à la lumière, à l'azote, ... etc. La majorité des espèces inventoriées présentent le meilleur panel de caractéristiques pour réussir dans un tel système de culture et un tel milieu naturel (**FRIED et al., 2008**).

Selon les concepts développés par les écologues, on peut considérer que 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 (**KEDDY, 1992; WEIHER et al., 1999**).

L'analyse du tableau 01, confirme ces interprétations du fait que la majorité des espèces rencontrées sont soit des espèces inféodées aux milieux culturels, donc adaptées aux perturbations apportées au milieu (*Anagallis arvensis*, *Chenopodium murale*, *Daucus carota*, *Sonchus sp.*, *Rapistrum rugosum*, *Melilotus sp.*, *Bromus sp.*, *Solanum nigrum*, ...). Soit des espèces cosmopolites ayant une large valence écologique et donc indifférentes vis-à-vis aux conditions environnantes ayant des stratégies leur permettant de surmonter les divers types de filtres induits par le milieu (*Amaranthus hybridus*, *Calendula sp.*, *Launaea sp.*, *Polygonum sp.*, *Senecio vulgaris*, *Sinapis arvensis*, ...). Ou encore des espèces caractéristiques des milieux arides et donc adaptées aux conditions critiques du climat et des sols sahariens (*Beta vulgaris*, *Emex spinosa*, *Launaea sp.*, *Malcolmia africana*, *Oudneya africana*, *Rumex simpliciflorus*, *Spergularia salina*, ...).

De nombreuses études ont été réalisées sur les facteurs influençant la composition des communautés végétales d'adventices, en particulier les facteurs abiotiques comme les propriétés du sol (**FRIED et al., 2008**) ou les facteurs biotiques comme la compétition avec les cultures ou d'autres adventices, les pratiques agricoles (**FRIED et al., 2008; CHIKOWO et al., 2009**).

L'effet de ces facteurs se distingue à l'échelle de la parcelle cultivée jusqu'au paysage entourant l'agrosystème en question. Dans notre cas il s'agit d'un paysage homogène très peu diversifié presque banalisé hébergeant une flore naturelle disant négligeable contribuant très faiblement dans la flore des parcelles mises en culture.

On constate alors une composition spécifique hétérogène de la flore des champs céréaliers de nos régions quant à la nature des espèces présentes. Ceci reflète la pénétrabilité de nos agrosystèmes céréaliers et leur aptitude à accueillir des espèces de natures différentes en facilitant l'introduction des adventices (espèces exotiques) ou servant d'espaces de propagation pour la flore locale (plantes spontanées). Il s'agit alors d'agroécosystèmes ouverts.

Nos champs céréaliers sont caractérisés par un assemblage particulier d'espèces résultat de processus de filtrage naturels ou anthropiques déterminant les groupes d'espèces ayant la capacité de coloniser les parcelles cultivées et susceptibles de persister ; et celles susceptibles de devenir dominantes par rapport aux autres (**KEDDY, 1992**).

Ceci est remarqué pour de notre liste floristique obtenue. La contribution en espèces des genres et familles botaniques inventoriées n'est pas la même ; On distingue des genres et des familles plus contributifs dans la flore que d'autres ; ces derniers ont le plus d'effet sur la structure et la richesse locale de la flore que les autres suite aux règles d'assemblages d'espèces régissant les communautés de plantes des milieux cultivés (**GABRIEL et al., 2005**).

La réponse des organismes à des contraintes induites par l'agriculture qui s'expliquerait par certains traits biologiques des organismes. En effet, comme toute autre pression de sélection agissant sur les organismes, les pratiques agricoles (fertilisation, labour, traitements phytosanitaires...) sélectionnent les espèces non pas sur la base de leur identité taxinomique, mais sur celle de leurs traits.

Chaque pratique est considérée comme un filtre spécifique qui agit sur certains traits appelés "traits de réponse". La composition des communautés doit pouvoir être prédite à partir des informations sur la nature et la force des filtres d'une part, et sur la nature et la valeur des traits de réponse filtrés d'autre part (**BUREL et al., 1994**).

Les données relevées sur les parcelles d'échantillonnage des différentes stations expérimentales, retenues pour la réalisation de la présente étude durant les campagnes agricoles écoulées entre 2010 et 2013 au sein des régions d'étude, ont été soumises à une analyse systématique basée sur la classification des espèces inventoriées par familles botaniques, par classes, par types biologiques, par origines agroécologiques et par origines biogéographiques.

I.2. Composition en familles botaniques

La lecture de la liste floristique dressée suite aux relevés floristique réalisés le long des campagnes agricoles écoulés entre 2010 et 2013 dans l'ensemble des régions d'étude indique que les adventices recensées sont globalement réparties en 60 genres et 23 familles (Tableau 02), ce qui représente environ 14,6 % des genres et 33 % des familles recensées dans la flore de l'Algérie.

La contribution des différentes familles botaniques inventoriées en genres et en espèces dans la flore globale n'est pas la même ; la majorité sont des familles très faiblement représentées comme il est indiqué dans le tableau ci-dessous par les valeurs de diversités spécifique et générique calculées pour chaque famille botanique.

Tableau 02 - Contribution en espèces et en genres des familles botaniques inventoriées

Famille botanique	Espèces		Genres		Famille botanique	Espèces		Genres	
	N	%	N	%		N	%	N	%
Aizoaceae	01	01.40	01	01.66	Frankeniaceae	01	01.40	01	01.66
Amaranthaceae	01	01.40	01	01.66	Liliaceae	01	01.40	01	01.66
Apiaceae	03	04.22	02	03.33	Malvaceae	02	02.81	02	03.33
Asteraceae	16	22.53	11	18.33	Plantaginaceae	01	01.40	01	01.66
Boraginaceae	03	04.22	03	05.00	Poaceae	12	16.90	10	16.66
Brassicaceae	07	09.85	07	11.66	Polygonaceae	04	05.63	03	05.00
Caryophyllaceae	02	02.81	02	03.33	Primulaceae	01	01.40	01	01.66
Chenopodiaceae	05	07.04	04	06.66	Rosaceae	01	01.40	01	01.66
Cistaceae	01	01.40	01	01.66	Rubiaceae	01	01.40	01	01.66
Convolvulaceae	01	01.40	01	01.66	Solanaceae	01	01.40	01	01.66
Cucurbitaceae	01	01.40	01	01.66	Zygophyllaceae	01	01.40	01	01.66
Fabaceae	04	05.63	03	05.00	Nbr F / Nbr G	38.60			
Nbr G / Nbr E	84.50								
Nbr F / Nbr E	32.39								

Les familles botaniques les mieux présentées dans la flore globale sur le plan générique sont bien : les Asteraceae et les Poaceae situées en première position avec respectivement 11 et 10 genres soit une contribution générique de 18.33% et 16.66%. Suivies en deuxième lieu par la famille des Brassicaceae (7 genres) avec une contribution générique dans la flore totale de 11.66%. Les familles des : Boraginaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Polygonaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae et Malvaceae occupent le troisième rang avec nombre de genre situé entre 2 et 4 genres soit une contribution générique comprise entre : 06.66% et 03.33%. Le reste sont des familles botaniques monogénériques dont la contribution dans l'effectif total est de 01.66%.

Le coefficient générique qui n'est autre que le rapport du nombre des genres au nombre d'espèces est élevé, il est de 84,50%. De sorte que la quasi-totalité des genres sont représentés par une ou deux espèces seulement. Sur les 60 genres inventoriés, seul le genre *Launaea* est représenté dans la flore par 4 espèces.

Au niveau spécifique, les Asteraceae et les Poaceae sont toujours les familles botaniques les plus contributives dans la flore totale. Elles sont respectivement représentées par 16 espèces (22.53%) et 12 espèces (16.90%) soit 39.43% de l'effectif spécifique total. Les Brassicaceae (7 espèces) et les Chenopodiaceae (5 espèces) viennent en deuxième lieu, elles totalisent 16.89% de l'ensemble des taxons inventoriés. Se classent en troisième position les familles des : Fabaceae, Polygonaceae avec 4 espèces (soit 05.63%) ; suivies par les familles des : Apiaceae et Boraginaceae avec 3 espèces (soit 04.22%) et enfin par les Caryophyllaceae et les Malvaceae avec seulement 2 espèces (soit 02.81%). Le reste des familles botaniques sont monospécifiques ne contribuant dans l'effectif spécifique total qu'avec 01.40% seulement. Elles sont nombreuses et constituent 50% du nombre total de familles botaniques inventoriées.

Le rapport du nombre de familles au nombre d'espèces est de 32.39% du fait que 13 familles soit 50% de l'ensemble des familles inventoriées sont représentées par une seule espèce et un seul genre. Elles contribuent cependant à la diversité systématique de la composition floristique.

La dominance d'une famille botanique au sein d'une communauté végétale est le résultat de sa composition spécifique et générique. Une famille botanique mieux présentée dans le milieu est une famille qui renferme un nombre relativement important de genres et d'espèces mieux adaptés aux conditions biotiques et abiotiques environnantes. Les familles les mieux représentées dans notre cas : Asteraceae et Poaceae se caractérisent par leur aptitude à produire de graines abondantes et de petites tailles facilitant leur dispersion par les animaux et par le vent.

La supériorité de ces familles, peut être également argumentée, par leur aptitude à s'adapter à des biotopes instables et très diversifiés et aux milieux culturels surtout céréaliers, et par leur répartition méditerranéenne ou proche qui leur permet de mieux coloniser le milieu **(TALEB et MAILLET, 1994)**, ainsi que par leur aptitude à surmonter les contraintes particulières aux milieux agricoles, liés à l'utilisation des herbicides, le travail du sol, ... etc. **(LOUDYI, 1982 et 1984; TALEB et MAILLET, 1989)**.

Les espèces appartenant aux familles botaniques des Poaceae et des Asteraceae sont des espèces rudérales, elles adoptent la stratégie démographique de type *r* (*espèces très fertiles*) en s'imposant dans l'agroécosystème par leur grande vitesse de multiplication végétative qui compense leur faible espérance de vie.

Ces espèces sont suffisamment adaptées à l'environnement agricole : elles se reproduisent durablement sans l'assistance de l'homme et persistent de ce fait au sein des parcelles devenant des espèces naturalisées (*established species*) ou bien elles prolifèrent et sont capables de se disperser rapidement à longue distance ce qui va étendre leur aire de répartition et sont qualifiées de plantes invasives (**RICHARDSON et al., 2000**).

En fait, la famille des Poaceae, est par excellence, la famille botanique des champs céréaliers contenant des espèces particulièrement associées aux céréales et identiques sur les plans biologique, phénologique et écologique.

Les espèces appartenant à cette famille, montrent une infestation marquante des parcelles, dès le début du cycle évolutif de la céréale en place par rapport aux autres. Ceci est expliqué, par la forte adaptation, le fort pouvoir compétitif et colonisateur, surtout en absence des compétiteurs, leur levée qui se fait dès la germination de la céréale, donc avant celle des autres espèces adventices et également par le manque de maîtrise des traitements chimiques durant les dernières compagnes agricoles.

Les Asteraceae et les Brassicaceae, sont des familles botaniques des milieux arides adaptés aux conditions rudes de la région en question et sont des familles des milieux agricoles et perturbés. Pour le reste des familles botaniques elles sont moins adaptées aux conditions des agroécosystèmes céréaliers des régions arides. Elles sont moins tolérantes et moins compétitrices ce qui explique leur très faible richesse en espèces.

L'étouffement par l'effet de la forte densité de la culture, la sénescence des espèces récemment levées, l'effet dépressif de la compétition, la faible adaptation aux conditions des champs et la grande sensibilité à la concurrence, les conditions hydriques difficiles durant les derniers stades du cycle évolutif de la céréale, les levées tardives par rapport aux à la culture (**SAFFOUR et al., 2000**) ; sont parmi les causes qui peuvent être à l'origine de la très faible représentativité, en nombre d'espèces de ces familles botaniques dans la flore totale.

Le faible stock grainier épuisé et le faible approvisionnement par la végétation de la surface suite de l'empêchement de l'achèvement du cycle de reproduction par la céréale en place, sont probablement d'autres facteurs qui semblent être explicatifs de la non représentativité des Dicotylédones au sein de la flore adventice totale (**DUTOIT et GERBAUD, 2003; SAFFOUR et al., 2000**).

I.3. Composition en classes botaniques

Les espèces inventoriées au sein de nos régions d'études se répartissent biologiquement sur deux classes dont les proportions sont différentes. La contribution de chacune des classes dans la flore totale est illustrée dans le tableau 03.

Tableau 03 – Diversité systématique des classes botaniques

Classe	Familles		Genres		Espèces		Rapport M/D
	Nbr	C %	Nbr	C %	Nbr	C %	
Monocotylédones	02	09.09	09	15	10	14.08	0.16
Dicotylédones	20	90.90	51	85	61	85.91	
Total	22		60		71		

On constate selon le tableau ci-dessus, que les Dicotylédones sont fortement dominantes dans la flore associée de nos agrosystèmes céréaliers que les Monocotylédones ; elles contribuent avec 85.91% de l'effectif spécifique, 85% de l'effectif générique et 90.90% de l'ensemble des familles botaniques présentes dans la flore. Les Monocotylédones sont minoritaires dans nos agrosystèmes céréaliers, elles ne renferment que deux familles botaniques contribuant avec dix espèces réparties sur neuf genres seulement. Il s'agit surtout des espèces appartenant à la famille des Poaceae.

C'est la composition spécifique des classes qui détermine leur proportion dans la flore inventoriée. Une classe sera dominante si les espèces qui lui appartiennent sont nombreuses et de caractéristiques convenables avec les conditions du milieu environnant. La supériorité donc de la classe des Dicotylédones est le résultat du nombre important des espèces adventices qu'elle renferme ce qui lui offre l'aptitude à coloniser les milieux agricoles céréaliers et à surmonter les divers filtres imposés à sa pénétration.

L'absence des traitements chimiques contre les Dicotylédones, la richesse relative du sol en éléments nutritifs apportés par la fertirrigation, ainsi que, l'abondance de l'eau sont des facteurs favorables permettant l'installation d'une large gamme de familles botaniques de Dicotylédones ayant trouvé un environnement favorable à leur germination. Leur sensibilité et leur faible pouvoir compétitif, ne leur permettent pas de continuer et de d'envahir le milieu, ce qui explique le nombre faible d'espèces par familles exception faite pour la famille des Asteraceae.

Contrairement à la classe des Monocotylédones, où on constate que ce n'est qu'une seule famille botanique, celle des Poaceae, qui est adaptée aux conditions de milieu agricole céréalier et aux cultures céréalières suite au nombre important d'espèces qu'elle fournit contrairement aux autres familles botaniques de la classe des Monocotylédones qui sont mal adaptées et incapables de pénétrer dans de tel milieu et telles cultures.

I.4. Composition en groupes biologiques

La répartition des espèces inventoriées dans la flore globale sur les grands groupes biologiques nous a permis de dresser le tableau 04, illustrant la diversité de ces derniers en différentes formes systématiques.

Tableau 04 – Diversité systématique des types biologiques

Types	Familles		Genres		Espèces	
	Nbr	C %	Nbr	C %	Nbr	C %
Hémicryptophytes	03	13.63	04	06.66	06	08.45
Chaméphytes	05	22.72	06	10	06	08.45
Géophytes	03	13.63	04	06.66	04	05.63
Nanophanérophytes	01	04.54	01	01.66	01	01.40
Thérophytes	16	72.72	45	75	54	76.05
Total	22		60		71	

Le spectre biologique global établi au niveau des agrosystèmes céréaliers, des régions d'étude, fait apparaître l'existence de cinq types biologiques : Chaméphytes, Géophytes, Hémicryptophytes, Nanophanérophytes et Thérophytes avec l'absence des Phanérophytes. D'après les valeurs indiquées dans le tableau 04 ; on constate que les Thérophytes sont majoritaires dans la flore globale et elles regroupent le plus grand nombre d'espèces recensées dans la majorité des familles botaniques. Pour certaines familles la totalité des espèces qu'elles renferment sont exclusivement des Thérophytes.

Le groupe des Thérophytes est présenté dans la flore total par 16 familles botaniques et 54 espèces réparties sur 45 genres, soit respectivement les contributions 72.72%, 76.05% et 75% de la flore totale. Les autres formes de vie sont présentées au sein de la flore des agrosystèmes céréaliers par 23.93% de l'effectif spécifiques total. Elles correspondent aux espèces pluriannuelles ou vivaces réparties sur les groupes biologiques : Chaméphytes, Géophytes, Hémicryptophytes et Nanophanérophytes.

Les Chaméphytes et les Hémicryptophytes se classent en deuxième lieu après les Thérophytes avec six espèces pour chacune soit une contribution de 08.45%. Suivies par les Géophytes contribuant par quatre espèces soit, 05.63% de la flore globale. Les Nanophanérophytes sont les moins représentées dans la flore totale avec seulement une seule espèce soit 01.40% de l'ensemble des espèces recensées. Les Phanérophytes sont totalement absentes au sein de notre flore.

La dominance des Thérophytes par rapport aux autres types biologiques montre la perturbation de milieu. Même si leur pourcentage est habituellement élevé dans les formations méditerranéennes avec l'aridité (**DAGET, 1980 in SEDJAR, 2012**) et la dégradation (**GRIME, 1977 in SEDJAR, 2012**), ce pourcentage augmente d'une manière très significative dans les milieux cultivés dominant largement les autres types biologiques.

Leur dominance, est fonction de plusieurs facteurs : climatiques, culturelles, techniques, biologiques, phénologique et écologiques (**TANJ et al., 1984**). La nature et l'intensité des techniques culturelles, conditionnent fortement la nature et le pourcentage des types biologiques rencontrés dans une culture donnée (**EL HOUJAJI, 1982, LOUDYI, 1985 et WAHBI, 1985**).

Les façons culturales caractérisant les champs céréaliers : travail du sol, fertilisation, irrigation, traitement chimique, intensité des techniques agricoles, qui engendrent un bouleversement régulier des parcelles chaque année, tendent à éliminer les autres groupes biologiques au profit de ces Thérophytes (**MAILLET, 1981 et 1992; TALEB et al., 1997**) en leur créant des conditions favorables à la germination de leur graines.

De ce fait, les zones fréquemment bouleversées et les cultures annuelles, favorisent plus les Thérophytes au détriment des autres espèces, notamment vivaces. Les espèces Thérophytes sont à grand pouvoir infestant, grâce également à leur grande amplitude écologique et leur bonne aptitude à la compétition (**TALEB et al., 1997**).

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol favorisent le développement des espèces à cycle court, plus ou moins exigeant en besoins hydriques et trophiques. **AIDOU** (**1983**) *in* **REGAGBA (2012)** signalent que dans les hauts plateaux algériens, l'augmentation des Thérophytes est en relation avec un gradient croissant d'aridité.

De même, les conditions climatiques du milieu saharien au niveau duquel sont créées nos agrosystèmes céréaliers, sont trop favorables à leur développement et reproduction, la plus part des Thérophytes, sont des espèces microthermiques ne nécessitent pas des températures assez fortes pour leur germination, elles sont à germination automnale ou hivernale (**NEGRE, 1961**), ce qui leur permet de germer précocement et gagner l'espace avant l'arrivée des autres espèces.

La thérophytisation est une caractéristique des zones arides (**DAGET, 1980; BARBERO et al., 1990**). Selon **NEGRE (1966)** et **DAGET (1980)**, la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Selon certains travaux effectués, l'indice de perturbation est proportionnel à la dominance des espèces thérophytiques. A ce sujet, **BARBERO et al. (1989)** expliquent la thérophytisation par le stade ultime de dégradation des écosystèmes.

Les Thérophytes ont un cycle de vie très court, parfois de quelques semaines, Leur cycle de développement est généralement synchrone avec celui de la céréale mise en place dans nos agrosystèmes céréaliers avec laquelle elles forment la même cohorte. Elles s'adaptent ainsi à la fois à l'instabilité du milieu et à la pratique culturale. Elles sont trop inféodées aux milieux soumis à la moisson dans lesquels, elles vivent de façon exclusive ou préférentielle. Elles effectuent leurs cycles très rapidement profitant des pluies de printemps pour germer, elles accomplissent leur cycle avant la sécheresse estivale et passent ainsi l'été et l'hiver à l'état de graine (**BENARAB, 2008 in GAUJOUR, 2011**). **LONCHAMP et BARRALIS (1988) in GAUJOUR (2011)** ont également signalé que les mauvaises herbes les plus fréquentes et abondantes en région de grandes cultures sont des annuelles.

Les Thérophytes partagent la même niche écologique que les cultures de céréales à paille avec lesquelles elles poussent et peuvent être considérées comme un groupe d'espèces spécialistes. Ces espèces sont donc adaptées aux perturbations du sol liées aux pratiques culturales. Elles réalisent leur cycle biologique entre le semis et la moisson de la céréale.

Cela a été également confirmé par le fait, établi par **JAUZEIN (2001) in GAUJOUR (2011)** que si le travail du sol détruit parfaitement les espèces ligneuses (Phanérophytes et Chaméphytes) ou les espèces herbacées à souche (Hémicryptophytes), il a une action beaucoup plus nuancée sur les types biologiques adaptés aux perturbations comme les vivaces à fort pouvoir de multiplication végétative (Géophytes) ou surtout les plantes annuelles (Thérophytes). Pour ces dernières, l'action destructrice est largement compensée par l'incidence bénéfique de l'enfouissement des semences.

On peut les assimiler au type biologique SR de Grime. Elles allouent une grande partie de leurs ressources à la reproduction : elles passent 50 % à 67 % de leur vie sous forme de graine, d'où leur vulnérabilité face aux pratiques, et à la levée d'autres adventices plus rudérales et ubiquistes (**MONTEGUT, 1994**). Elles présentent une qualité exceptionnelle de semences qui sont les seuls organes de survie pendant les périodes critiques et le mode de persistance exclusif. Ce sont des espèces à forte propagation, grâce à leur fertilité importante (**MONTEGUT, 1994**). Les semences sont produites en grandes quantités et sont facilement disséminées par des modes trop variés, leur permettant de se proliférer et coloniser l'espace, gênant de ce fait, le développement des autres espèces adventices appartenant aux autres groupes biologiques.

Les Thérophytes doivent produire des graines en grande quantité et avant la moisson et elles font un effort de reproduction très élevé, par la réduction prononcée de la durée du cycle biologique et par l'évolution forcée de graine en graine, en un temps très court avant que la moisson ait lieu. L'induction florale se fait rapidement, parfois dès le stade juvénile (**OLIVEREAU, 1996**). Elles présentent ainsi une stratégie de reproduction de type "r" qui caractérise les espèces s'imposant dans les écosystèmes par leur grande vitesse de multiplication, une productivité élevée, une durée de vie courte, et une reproduction précoce, un délai de germination important, une longévité des graines liés au repos végétatif et aux phénomènes complexes de dormance, floraison échelonné et autogamie facultative (**LOUDYI, 1982 et 1984; TALEB et al., 1989**).

Les espèces pérennes sont rares. Leur faible proportion pourrait indiquer qu'elles sont peu adaptées dans les cultures annuelles. Contrairement aux Thérophytes, le reste des groupes biologiques constituant notre flore trouvent dans nos agrosystèmes céréaliers des conditions critiques défavorisant leur installation ou leur développement et propagation. Leurs caractéristiques biologiques et/ou écologiques ne leur permettent pas de surmonter l'ensemble des barrières imposées par le milieu agricole que ce soit à travers ses caractéristiques naturelles ou à travers celles agro-techniques.

Les Géophytes, les Chaméphytes et les Hémicryptophytes, sont des groupes biologiques des biotopes relativement stables, ne supportant pas les fortes perturbations apportées par les pratiques agricoles. De même, leur biologie, écologie et phénologie ne leur permettent pas de s'adapter aux conditions des champs cultivés, précisément céréaliers. Elles n'arrivent pas à fleurir ou à mettre en graine (fructifier) et sont éliminées, par simple compétition, à des stades de développement avancés. Le seul moyen de propagation sera donc, les organes de survie persistants enfuis dans le sol. Elles cherchent des milieux stables et peu perturbés, des conditions qui sont inexistantes dans les périmètres céréaliers.

L'implantation des Chaméphytes, des Hémicryptophytes et des Nanophanérophytes soit réduite à cause de leur appareil de reproduction végétatif au profit des Thérophytes qui se maintiennent grâce à leur stock de graines dont l'oxygénation et l'imbibition sont favorisées par les conditions créées par les cultures à savoir le labour, le sarclage et la fertilisation (**MAILLET, 1981; KOMA, 1998**). Les Géophytes se multiplient essentiellement par voie végétative, la multiplication par voie sexuée est très peu fréquente pour la plupart des espèces.

Les Géophytes et les Hémicryptophytes s'adaptent bien aux étages aride et semi-aride et se maintiennent grâce aux organes végétatifs. Les Chaméphytes et les Nanophanérophytes sont assez rares, elles sont rencontrées accidentellement, surtout dans des milieux défrichés, généralement, dans les bordures et, parfois, à l'intérieur dans le cas d'une faible mécanisation (**TALEB et al., 1998**). Dans nos champs céréaliers, elles se présentent par les espèces les plus adaptées ayant des stratégies efficaces de reproduction, de compétition ou d'exploitation des ressources du milieu qui leur permettant de trouver une place dans les communautés de plantes occupant les parcelles emblavées mais sous forme de communautés très peu diversifiées et de populations de très faible effectif.

Ce sont des espèces favorisées par les conditions naturelles du milieu saharien comme l'aridité mais qui trouvent difficulté à se propager au sein des agrosystèmes comme les Chaméphytes (La chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (**RAUNKIAER, 1934; ORSHAN et al, 1984 ; FLORET et al, 1990**), il faut savoir que les Chaméphytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (**DANIN et ORSHAN, 1990**).

L'abondance des Hémicryptophytes peut indiquer un faible travail du sol et un mode de conduite mixte (**JAUZIN, 2011**). On cite comme exemple également les espèces qui par ailleurs peuvent présenter des résistances aux herbicides. Ce sont donc des plantes fragiles au niveau de leur succès reproducteur (nombre de graines produites), et pour leur dissémination qui reste très dépendante de l'homme (**POINTEREAU, 2010**) mais peuvent réussir à franchir d'autres barrières et s'installer et par la suite de propager.

Les Chaméphytes, les Hémicryptophytes et les Nanophanérophytes participent donc dans la richesse et la diversité des populations d'adventices de nos agrosystèmes sans avoir un effet sur le plan agronomique.

1.5. Composition en éléments biogéographiques

Selon **MAIRE (1926) in REGAGBA (2012)**, les territoires botaniques de l'Algérie appartiennent à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et à la région saharienne. Cependant, de nombreux auteurs ; citons principalement **EIG (1932), QUEZEL et SANTA (1962) et ZOHARY (1971)** ; se sont penchés sur les problèmes des subdivisions de la région méditerranéenne à propos de la zone de transition assurant le passage à l'empire paléotropical. Cette zone a été qualifiée de zone saharo-sindienne (**GAUSSEN, 1963**), de région saharosindienne (**QUEZEL, 1965 in SEDJAR, 2012**) et enfin de sous-région saharo-sindienne pour **BARRY et al. (1974)**.

Selon **QUEZEL (1965) in SEDJAR (2012)**, plusieurs éléments chorologiques ont contribué à la mise en place de la flore d'Afrique du nord : élément d'origine méridionale (ou tropicale), élément autochtone (Méditerranéen et mésogène) et éléments septentrional.

Sur le plan phytogéographique, la flore globale associée aux céréales conduites sous pivots dans les régions retenues pour notre étude est constituée par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines : méditerranéenne, septentrionale et méridionale.

Le tableau 05 montre la contribution des divers éléments biogéographiques en espèces et en genres dans la flore inventoriée durant notre étude floristique.

Tableau 05 – Spectre biogéographique de la flore globale

Origines	Genres		Espèces	
	Nbr	C %	Nbr	C %
Circumboréale	01	01.66	01	01.40
Cosmopolite	05	08.33	05	07.04
Euro- Méditerranéenne	04	06.66	06	08.45
Eurasiatique	02	03.33	02	02.81
Ibéro- Marocaine	01	01.66	01	01.40
Irano Touranienne, Saharo - Arabique	01	01.66	01	01.40
Irano touranienne – Saharo arabique - Saharo Sindienne	01	01.66	01	01.40
Méditerranéenne	14	23.33	16	22.53
Méditerranéenne - Eurasiatique	03	05.00	04	05.63
Méditerranéenne – Irano -Touranienne	07	11.66	09	12.67
Méditerranéenne - Irano Touranienne – Saharo Arabique	02	03.33	02	02.81
Méditerranéenne - Saharo-Arabique	01	01.66	02	01.40
Méditerranéenne - Saharo-Sindienne	01	01.66	04	05.63
Saharo - Arabique	04	06.66	04	05.63
Saharo Arabique - Saharo Sindienne	03	05.00	03	04.22
Saharo - Sindienne	01	01.66	01	01.40
Subcosmopolite	03	05.00	03	04.22
Subméditerranéenne	04	06.66	04	05.63
Paleotempérée	01	01.66	01	01.40
Paleotropicale	01	01.66	01	01.40
TOTAL	60		71	

L'analyse du spectre biogéographique de la flore inventoriée, fait ressortir la présence de 20 éléments biogéographiques de proportions différentes. L'élément méditerranéen est fortement représenté dans cette flore, il contribue seul avec 47 espèces soit 64.75% de l'effectif spécifique total. Cette large dominance de l'élément méditerranéen dans la flore des agrosystèmes céréaliers de nos régions a été signalée par **QUEZEL (2000)** pour la flore de l'ensemble des pays de l'Afrique du nord. Ceci est en accord avec la position botanique au sein de la Méditerranée de **BRAUN-BLANQUET et MAIRE (1924)**.

Dans le type biogéographique méditerranéen, ce sont les espèces méditerranéennes qui dominent suivies par les espèces Méditerranéenne – Irano -Touranienne et celles euro-méditerranéennes soit respectivement 22.53%, 12.67% et 8.45% de l'ensemble des espèces de la flore globale. Cet élément est représenté dans la flore globale par les Thérophytes (56%) et les Chaméphytes (27%). Les Géophytes, les Hémicryptophytes et les Nanophanérophytes représentent un pourcentage respectif de 06.5%, 08.64% et 01.86%.

En deuxième lieu viennent respectivement les espèces : Cosmopolites, Saharo - Arabiques, et Sub-cosmopolites. Elles représentent 21.11% de la flore globale. Les taxa cosmopolites et Subcosmopolite sont indicateurs des phénomènes de banalisation de la flore au sein des agrosystèmes (**TALEB et MAILLET, 1994 in TALEB et al., 1998**), leur proportion dans la flore associée aux cultures est proportionnelle avec le degré de banalisation.

En dernier lieu viennent les éléments biogéographiques monospécifiques qui représentent dans la flore totale une proportion de 14.14% de l'effectif spécifique total. Il s'agit des éléments : Circumboréale, Eurasiatique, Ibéro- Marocain, Irano - Touranien, Saharo – Sindien, Paleotempéré et Paléotropical. Ils représentent une faible participation spécifique, mais contribuent à la diversité et la richesse du potentiel phytogénétique de nos régions d'étude. La majorité correspond généralement à des espèces de steppe dont l'aire actuelle est centrée sur les zones arides, mais toujours liées à la zone isoclimatique méditerranéenne (**REGAGBA, 2012**).

La supériorité des éléments biogéographiques ci-dessus dans la flore associée aux céréales cultivées dans nos agrosystèmes a été également signalée par certains auteurs, à savoir **MAILLET et GUILLERM (1982); TANJI et BOULET (1986); FENNI (2003) in POINTEREAU et al. (2010)**. Concernant les familles botaniques les plus représentatives dans la flore inventoriée : Amaranthaceae, Asteraceae, Poaceae et Brassicaceae, la composition spécifique est principalement à base d'éléments méditerranéens.

I.6. Origines agroécologiques (Classes synanthropiques)

La flore inventoriée dans les agrosystèmes céréaliers ayant fait objet pour notre étude, est constituée d'un ensemble hétérogène d'espèces qui ont trouvé malgré leur disparité dans les champs céréaliers les conditions de vie favorables. Ces espèces sont classées comme adventices sur le plan agronomique et comme plantes caractéristiques de la flore associée aux cultures dans les milieux agricoles sur le plan écologique.

Certaines sont introduites dans ces champs par le biais de l'activité agricole et d'autres sont originaires de la région au niveau du quelle les agrosystèmes céréaliers ont été créés. Selon ce critère nous avons créé ces espèces en introduites et spontanées.

Le tableau 06 illustre la constitution des deux flores (introduite et spontanée) en genres, espèces et familles botaniques. Ainsi que leur proportion dans la flore globale des régions d'étude.

Tableau 06 – Diversité systématique des deux flores introduite et spontanée

Types	Familles		Genres		Espèces		Rapport Intro/Spont
	Nbr	Cnt %	Nbr	Cnt %	Nbr	Cnt %	
Introduites	13	59.09	31	51.66	38	53.52	1.15
Spontanées	14	63.63	29	48.33	33	46.47	
Total	22		60		71		

La flore globale des champs céréaliers retenus pour notre étude se constitue de deux types de plantes d'origine différente. Les plantes spontanées qui contribuent dans la flore totale avec 33 espèces (soit 46.47%) réparties sur 29 genres (soit 48.33%) et 14 familles botaniques (soit 63.63%). Et les plantes introduites n'appartenant pas au cortège floristique naturel des régions d'étude constituée de 38 espèces appartenant à 13 familles botaniques et 31 genres soit respectivement des contributions dans la flore globale de l'ordre de 53.52%, 59.09% et 51.66%.

La lecture des résultats dans le tableau ci-dessus, montre la supériorité de la flore introduite pour ce qui est nombre de genres et d'espèces fournis dans la flore globale. Au contraire, on note une diversité plus importante en familles botaniques chez la flore spontanée en comparaison avec la flore introduite. Elle fournit 14 familles botaniques contre 13 pour la flore introduite dont les Asteraceae, les Poaceae et les Brassicaceae sont les plus dominantes suivies par d'autres familles généralement des milieux arides comme celles des Amaranthaceae, des Boraginaceae, des Zygophyllaceae et des Plantaginaceae.

La faible représentativité des espèces spontanées, semblent est liée au fait qu'elles ont mal à trouver un milieu stable à faibles contraintes et à faible concurrence, comme celui dont elles sont originaires et qui a été modifié et bouleversé par l'activité agricole (**MAILLET et GORDON, 1993**). Et, au fait qu'elles manquent d'efficacité de survie et d'adaptation dans les parcelles anthropisées comme celles de nos stations expérimentales.

La flore spontanée, contient des espèces naturelles à faible pouvoir évolutif, incapables de coloniser d'autres milieux ou d'autres cultures (**MAILLET, 1993**). Elles constituaient la flore caractéristique et typique des régions d'étude, présentaient une bonne adaptation aux conditions biotiques et abiotiques initiales, offrant de ce fait, un vrai patrimoine floristique naturel d'où le nombre important de familles inventoriées durant notre étude (**SAYED et al., 2009; 2014**).

Elles sont devenues rares, suite à leur sensibilité induite par les perturbations et les modifications des conditions de leur milieu et à la compétition exercée par les nouvelles espèces introduites des milieux différents, qui ont trouvé dans nos champs céréaliers, un milieu idéal pour leur développement et propagation (**MONTEGUT, 1982; JAUZIN, 1998; BUISSON et al., 2004**).

La compétition exercée sur les espèces spontanées, a fait de ces dernières, des espèces ponctuelles limitées dans le temps et dans l'espace, qui n'apparaissent que si les conditions sont favorables et ne se rencontrent que dans des endroits rares et réduits au niveau des champs céréaliers prospectés. Elles se répartissent au niveau des périphéries ou au niveau des parcelles trop peu ou non emblavées où elles s'échappent de l'effet de compétition par la culture ou par les autres espèces (**SAYED et al., 2009; 2014**).

Les messicoles introduites, sont des espèces invasives possédant des dynamiques de propagation spécifiques, à savoir, la grande tendance à s'échapper des handicaps naturels et la grande aptitude d'occupation des niches vacantes. Elles n'ont pas le caractère de codéveloppement ou de coévolution avec la flore et la faune naturelles, un caractère très menaçant pour notre flore spontanée, qui altère les structures et les fonctions fondamentales de nos écosystèmes sahariens ainsi que leur biodiversité (**VITOUSEK et al., 1996**).

Les espèces exotiques non originaires de notre milieu, ont une forte croissance végétative et reproductive, ainsi qu'une large adaptabilité, vis-à-vis des stress environnementaux plus durs des milieux étrangers (**BAKER, 1974**). Elles sont également, aptes à subir des modifications génétiques dues à la sélection pressée et à la réponse rapide aux perturbations anthropogéniques (**SAKAI et al., 2001**).

Le milieu céréalier, est un milieu agricole très particulier, à fortes contraintes, les plantes y subsistent, reflètent donc des adaptations bien particulières, leur offrant un caractère disant agressif vis-à-vis du milieu et de la flore en place et leur rendant des vraies envahissantes se répandant rapidement au détriment de nombreuses espèces caractéristiques du milieu **(FRANÇOIS OLIVEREAU, 1996 in SAYED et al., 2009)**.

Elles apparaissent suite des perturbations, et doivent leur succès en partie, à l'absence de compétition et d'ennemis naturels, continuant de ce fait à dominer les communautés végétales même une fois que les effets de perturbations se sont estompés formant par conséquent, un peuplement dense qui ne se régresse pas vers les communautés indigènes **(BERNARD REY, 2004 in SAYED et al., 2009)**.

La croissance et la germination rapide dans un grand éventail de climat et de conditions pedoécologiques, le taux de reproduction élevé, la forte résistance aux herbicides, aux variations de températures et aux conditions climatiques dures, la dissémination facile, la forte aptitude de stabilisation dans les nouveau milieux et de support des différents types d'habitats et de sols ainsi que l'allélopathie **(TANJI et al., 1994)**. Sont en résumé, les principaux facteurs permettant à cette flore introduite de former un peuplement capable de mieux subsister et supplanter à moyen et à long terme les espèces spontanées en les concurrençant activement au sein des périmètres céréaliers, habitats à immense saisonnière propice, qui constituent non seulement des milieux d'introduction d'adventices et d'accueil des nouveaux arrivants, mais aussi un espace de propagation **(SAYED et al., 2009; 2014)**.

Conclusion – Synthèse

Les relevés floristiques réalisés au sein des agrosystèmes céréaliers répartis sur les régions d'Ouargla et Ghardaïa, retenues comme exemples des régions arides pour notre étude, durant les quatre campagnes agricoles écoulées entre 2010 et 2013, nous ont permis d'inventorier une flore assez hétérogène dans sa composition et relativement pauvre en espèces et moins diversifiée.

Cette flore est typiquement caractéristique des milieux agricoles et particulièrement céréaliers ; les principaux traits botaniques étudiés lors de l'analyse qualitative nous ont montré que la composition de cette flore est le résultat d'une réponse immédiate aux effets de multiples facteurs d'ordre biotique et abiotique caractérisant les champs cultivés et la région au niveau duquel ils ont été mis en place.

La nature des familles botaniques, des types biologiques et des espèces constituant la flore inventoriée indiquent bien qu'il s'agit d'une formation végétale qui a été façonnée au fil de temps par de nombreux facteurs d'actions et d'influences différentes ayant comme origine les conditions de culture, l'ensemble des interventions réalisées lors du cycle évolutif de la culture mise en place.

Les facteurs naturels, ressemblant les caractéristiques écologiques des régions en question ont eu également un rôle dans la constitution de la flore recensée et leur trace est nettement visible à travers la qualité des adventices rencontrées.

De nombreuses études ont été réalisées sur les facteurs influençant la composition et la distribution des communautés d'adventices, en particulier les facteurs abiotiques comme les propriétés du sol (**FRIED et al., 2008**) ou les facteurs biotiques comme la compétition avec les cultures ou d'autres adventices (**FRIED et al., 2008; CHIKOWO et al., 2009 in SAUZEAU, 2010**).

Pour **GABRIEL (2005)**, la richesse locale de la flore des milieux agricoles pourrait être influencée également par le nombre d'espèces présentes à une échelle plus large, mais ces processus sont peu connus chez ces plantes, tout comme les caractéristiques augmentant leurs chances de survie et de maintien dans des agrosystèmes aussi perturbés et changeant que les paysages agricoles.

Les facteurs locaux ne sont pas donc les seuls à prendre en considération lors de l'interprétation des résultats obtenus relatives à la composition systématique de notre flore. Les caractéristiques des paysages entourant nos agrosystèmes peuvent également avoir un effet sur la qualité et la quantité des espèces inventoriées. Comme pour les facteurs locaux, plus les paysages sont hétérogènes et diversifiés plus la flore est diversifiée et riche en taxons.

La réponse de la flore à l'hétérogénéité du paysage pourrait être liée aux conditions abiotiques locales. Dans les champs se trouvant dans des paysages complexes elles sont plus variables que dans les parcelles des paysages simples. De plus la coexistence d'habitats variés dans un paysage hétérogène permettrait le maintien d'espèces ayant des besoins différents (**PETIT et al., 2008**).

Dans notre cas les agrosystèmes sont répartis dans des paysages de degré élevé d'homogénéité ; les propriétés du sol, l'occupation de l'espace, la végétation naturelle, ...etc. sont tous les mêmes et ne montrant aucune variabilité. Il s'agit des conditions climatiques critiques, des sols pauvres et squelettiques, une végétation naturelle sensible et très peu diversifiée et des systèmes agricoles menant presque la même stratégie de gestion et abritant presque les mêmes cultures.

Cette forte homogénéité constatée aux différents niveaux d'observation et une des raisons pour lesquelles la flore associée à la culture au sein des agrosystèmes céréaliers conduit sous pivots dans les régions arides est relativement pauvre en taxons.

Les paysages homogènes et simples, comme ceux de nos régions, ne peuvent pas fournir des habitats alternatifs pour les végétaux notamment les espèces annuelles et rudérales comme les bords des champs, les prairies, les jachères, ... etc. qui servent à augmenter les probabilités d'immigration des espèces et de milieux de refuges pour pas mal d'entre elles.

Un assemblage de plantes peut être vu comme le résultat de deux processus de filtrage. Le premier déterminerait quelles espèces ont la plus grande probabilité d'être présentes sous certaines conditions alors que le deuxième déterminerait quelles espèces présentes sont les susceptibles de devenir dominantes dans le milieu. Ce dernier serait plus fort que le premier niveau de filtre (**KEDDY, 1992; INGOLANI et al., 2007 in SAUZEAU, 2010**).

L'étude de la végétation d'un habitat à travers les groupes fonctionnels des espèces qui la composent s'est largement répandue (**LAVOREL et GARNIER, 2002**). En effet, le concept de groupe fonctionnel propose d'assembler les espèces dont la réponse aux facteurs environnementaux est similaire. Les espèces qui composent un même groupe fonctionnel possèdent des traits ou caractéristiques biologiques similaires (**CORDEAU, 2010**).

Ce sont les traits biologiques propres à l'espèce végétale qui détermine son aptitude de colonisation de milieu et de propagation. L'étude de ces traits permet de comprendre pourquoi telle ou telle composition floristique.

Un trait se définit comme une caractéristique morphologique, physiologique ou phénologique d'une espèce mesurable à l'échelle d'un individu sans référence faite à l'environnement ou à tout autre niveau d'organisation (**VIOLLE et al., 2007**) ; qui a un impact sur son interaction avec l'environnement que ce soit naturel ou anthropisé, sa capacité à trouver et à acquérir des ressources et qui, par conséquent, affecte la fitness de l'espèce via ses effets sur la croissance, la reproduction et la survie (**FLYNN et al., 2009**).

L'étude et la compréhension de ces traits pour chacune des espèces recensées permettent de trouver les éléments clé pour répondre aux questions relatives à la constitution de la flore inventoriée. On distingue : des traits de réponse des espèces aux facteurs de l'environnement et les traits d'effets des espèces sur les processus écosystémiques (**LAVOREL et GARNIER, 2002**).

Les adventices que nous avons rencontré constituent un groupe adapté aux biotopes fréquemment perturbés, les traits en relation avec leur dispersion, fécondité, colonisation et tolérance aux perturbations sont les plus importants facteurs à l'origine de leur persistance dans la flore.

La majorité des espèces constituant la flore des agrosystèmes céréaliers de nos régions sont dotées d'un certain nombre de traits d'histoire de vie spécifique leur permettant de persister dans les champs cultivés caractérisés par des taux élevés de perturbations et de coloniser et survivre dans les biotopes rudéraux et perturbés formant un groupe homogène du point de vue exigences écologiques (**FLYNN et al., 2009; GABRIEL et al., 2005; ROSCHEWITZ et al., 2005 in SAUZEAU, 2010**).

Malgré leur succès toutes à s'installer et à réaliser une niche écologique dans l'espace agri-environnemental, l'aptitude de propagation et de colonisation n'est la même. La présence d'une espèce en un lieu est considérée comme résultat d'un bilan entre son succès démographique et les pressions auxquelles sa population est soumise. Plus les filtres deviennent forts et plus le succès reproducteur est faible, plus l'espèce aura du mal à s'installer et vice versa. En limite de niche, où les conditions leur sont plus défavorables, les espèces ne puissent atteindre des abondances élevées (**REBOUD et al., 2013**).

Le facteur le plus structurant de l'assemblage des espèces dans les champs semble être la culture (**FRIED et al., 2008**) qui englobe les effets de différents types de pratiques. La parcelle agricole est très perturbée par les pratiques agricoles. Le poids de l'homme dans les trajectoires des communautés est important (**BOOTH et SWANTON, 2002; FRIED et al., 2007 in CORDEAU, 2010**) au regard des milieux naturels. En effet le milieu est très artificialisé par des pratiques culturelles. Ainsi, les perturbations faites par les pratiques culturelles vont déterminer la communauté végétale adventice.

Tout d'abord la période de semis détermine si la communauté adventice de départ sera automnale ou printanière-estivale, bien que certaines espèces aient plusieurs cohortes dans l'année. Le type de culture détermine aussi la date de fermeture du couvert et donc les conditions de lumière au sol (**HALLGREN et al., 1999 in CORDEAU, 2010**).

La culture détermine le programme herbicide associé et le niveau de fertilisation qui structurent fortement l'assemblage des espèces (**ANDERSSON et MILBERG, 1998**). L'apport d'engrais azoté favorise les espèces adventices nitrophiles (**STORKEY et al., 2010**) et a contribué à la diminution de la diversité des communauté d'adventices (**FRIED, 2007**).

Ceci est constaté pour notre flore inventoriée, les familles botaniques recensées renferment toutes des espèces en plus de leur adaptation et tolérance aux conditions naturelles du milieu, elles sont bien adaptées aux conditions du système de culture céréalière. Elles sont en majorité des espèces annuelles des milieux relativement fertiles et perturbés favorisées par l'aridité du milieu et les pratiques agricoles.

Les espèces annuelles, présentées majoritairement dans nos champs sont tolérantes aux nombreuses perturbations et présentent un potentiel de croissance élevé pour exploiter les hauts niveaux de fertilité. Pour arriver à maturité (production d'organes de survie – semences, bulbilles, rhizomes) en une période de quelques semaines à quelques mois avant que la culture ne soit récoltée, la dynamique de ces espèces est très rapide et peut répondre à des pressions de sélection très variées.

La majeure partie de la communauté adventice se localise dans la banque de semences du sol (stock semencier). On estime que 10% du potentiel adventice s'exprime chaque année (**RAHMAN et al., 2006 in CORDEAU, 2010**). En plus de leur biologie et écologie l'importance du stock de leur graine dans le sol conjugué aux pratiques culturales dont l'irrigation et le travail du sol sont des facteurs qui déterminent également la constitution de la flore réelle ou de surface des agrosystèmes céréaliers.

De plus, la quasi-totalité des parcelles cultivées subit un travail du sol plus ou moins profond, en fonction de la nature du sol et de la culture à mettre en place, qui réorganise les semences dans les différents horizons du sol (**ROGER-ESTRADE et al., 2001**). L'aptitude à germer et à lever varie avec la profondeur d'enfouissement des semences (**BLISS et SMITH, 1985**) en lien avec les conditions environnementales.

Dans nos champs céréaliers le sol est squelettique de structure fragile, le labour de ce fait est réduit à un simple travail du sol plus ou moins superficiel ne dépassant pas les 25 cm de profondeur. A cette profondeur qui ne touche que le premier horizon du sol sont réparties et enfouies surtout les semences des annuelles (Thérophytes) dont les Poaceae et certaines d'autres Dicotylédones. Le déplacement des semences par le travail du sol aux premiers centimètres du sol va rendre leur germination, une fois les conditions de température et d'humidité sont favorables, facile et rapide en comparaison avec celle des autres espèces ce qui va augmenter leur proportion dans la flore associée à la céréale cultivée.

Pour mettre en évidence les flux d'espèces entre les champs prospectés et leurs bordures ainsi que vérifier la liste des espèces associées aux céréales originaires du milieu saharien exploité au profit de la céréaliculture afin de déterminer sa proportion au sein de la flore globale. Des inventaires floristiques ont eu lieu hors pivots et ils nous ont permis de détecter des espèces dont leur répartition se limite aux bordures et d'autres dépassent ses limites pour atteindre les parcelles emblavées.

MARSHALL (1985b) et **MARSHALL (1989)** montrent que les patrons de distribution des espèces de la bordure vers le centre du champ varient selon les espèces considérées. En effet certaines espèces sont limitées à la bordure de champ quand d'autres le sont au centre du champ. En revanche, certaines espèces dispersent effectivement depuis la bordure, diminuent en occurrence en allant vers l'intérieur du champ ou montrent un pic de présence dans le bord du champ.

WILSON et al. (1995) montrent des patrons similaires sur les espèces Dicotylédones, où la majorité des espèces décroissent du bord vers le centre du champ. pour notre étude c'est le cas des adventices exotiques qui trouvent leur diversité de plus en plus importante en allant vers le centre de pivot contrairement aux plantes spontanées presque absentes dans les parcelles emblavées du centre et du milieu des pivots et faiblement présentes aux périphéries des pivots espace proche de leur milieu naturel d'origine.

Ceci explique la composition mixte de la flore inventoriée en espèces spontanées et espèces exotiques et également les proportions différentes de ces dernières au sein de la flore globale.

Comme conclusion on constate que plusieurs processus pilotent la coexistence de ces espèces au sein de la flore globale :

- ✓ La spécialisation décrit la tolérance physiologique des espèces aux conditions du milieu permet d'identifier les espèces spécialistes (ayant des exigences restreintes) qui se caractérisent par une niche réduite. A l'opposé, les espèces généralistes ont une niche potentielle très large, leur permettant de s'adapter à des conditions environnementales très variées.
- ✓ Les interactions interspécifiques s'opèrent par la rencontre dans un espace restreint d'individus d'espèces différentes dans la même période de temps. Même si ces interactions peuvent être positives (facilitation), la compétition est une interaction négative car les deux organismes souhaitent utiliser les mêmes ressources (par ex. lumière) (**HUTCHINSON, 1957 in CORDEAU, 2010**).

En fin, on note que pour bien expliquer les facteurs et les conditions pour lesquels la flore globale des agrosystèmes céréaliers prospectés a cette constitution en diverses formes biologiques il faut en plus de cette analyse qualitative, portant sur l'étude des groupes systématiques et l'analyse de leur relation avec les conditions naturelles des régions d'étude et les conditions de la culture des céréales, mener une autre analyse portant sur les caractéristique phytoécologiques propre à chaque espèces ou groupes fonctionnels d'espèces.

C'est le sujet du deuxième chapitre de cette étude relatif à l'analyse quantitative de la flore inventoriée.

CHAPITRE II – CARACTERISTIQUES PHYTOECOLOGIQUES ET STRUCTURELLES DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIER EN MILIEUX ARIDES

Introduction

En vue d'une analyse exploratoire complète des relevés floristiques réalisés lors de notre étude, nous avons utilisé d'autres variables cette fois quantitatives pour mieux comprendre la composition et la structure de notre flore. Les variables retenues sont de composition et de structure ayant pour objectif d'analyser le comportement de la flore vis-à-vis des conditions du milieu environnant au niveau spécifique et au niveau globale.

L'analyse se fait à travers des indices écologiques certains sont prélevés sur terrain et exploités directement (Recouvrement, Abondance-dominance, Richesse spécifique) et d'autres calculés en utilisant des formules exploitant des données brutes prélevées sur terrain (Diversité, Fréquences, ...etc.).

Les valeurs obtenues pour l'ensemble de la flore ou propres à chaque espèce seront interprétées en prenant en considération un certain nombre de facteurs liés surtout aux conditions de la culture mise en place et aux interactions interspécifiques au sein et hors pivots céréaliers. Ceci va nous permettre de ressortir les facteurs responsables de la constitution de la flore globale et les conditions déterminant les assemblages spécifiques rencontrés : leur répartition, proportions, ...

II.1. Analyse des données phytoécologiques prélevées

La prospection des parcelles emblavées au sein des différents champs céréaliers retenus pour nos relevés floristiques nous ont permis à travers des observations visuelles et des estimations sur des bases écologiques de déterminer un certain nombre d'indices phytoécologiques relatifs au comportement de chaque espèce adventice vis-à-vis du milieu physique et vis-à-vis des espèces cohabitant le même biotope ou ayant la même niche écologique.

II.1.1. Recouvrement

Indique le pouvoir invasif des espèces du à leur aptitude de propagation spatiale et de compétition. Une espèce à fort caractère invasif et à fort pouvoir compétitif est logiquement une espèce à forte propagation occupant des espaces relativement vastes en comparaison avec les autres espèces de la même flore dont elle fait partie. Les espèces sont classées selon la superficie occupée en trois groupes : Espèces à peuplement dense, Espèces à peuplement moyen et Espèces à peuplement clair (Tableau 07).

Tableau 07 – Recouvrement moyen des espèces communes

R(%)	Espèce	R(%)	Espèce
Rares	<i>Androcymbium punctatum</i>	5-25	<i>Atriplex dimorphostegia</i>
	<i>Carthamus eriocephalus</i>		<i>Beta vulgaris</i>
	<i>Diplotaxis harra</i>		<i>Calendula bicolor</i>
	<i>Echium humile</i>		<i>Chenopodium album</i>
	<i>Neurada procumbens</i>		<i>Chenopodium murale</i>
	<i>Rubia perigrina</i>		<i>Daucus carota</i>
	<i>Scandix hispanicus</i>		<i>Lavatera critica</i>
	<i>Scandix pecten - veneris</i>		<i>Malva parviflora</i>
	<i>Zygophyllum album</i>		<i>Melilotus indica</i>
			<i>Melilotus infesta.</i>
<5	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	25-50	<i>Pholiorus incorvus</i>
	<i>Bassia muricata</i>		<i>Polygonum aviculare</i>
	<i>Calendula aegyptiaca</i>		<i>Rapistrum rugosum</i>
	<i>Centaurea microcarpa</i>		<i>Senecio vulgaris</i>
	<i>Cotula cinerea</i>		<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Launaea glomerata</i>		<i>Sonchus asper</i>
	<i>Launaea resedifolia</i>		<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Malcolmia africana</i>		<i>Phalaris paradoxa</i>
	<i>Megastoma pusillum</i>		<i>Bromus madritensis</i>
	<i>Oudneya Africana</i>	50-75	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Polygonum argyrochloem</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Suaeda fruticosa</i>		<i>Poa trivialis</i>
			<i>Sphenopus divaricatus</i>
2	<i>Amaranthus hybridus</i>		
	<i>Anagallis arvensis</i>		

D'après les résultats obtenus, on constate que les espèces dont la population est de taille représentative dans la flore totale, sont exclusivement des Poaceae. Il s'agit respectivement de : *Bromus madritensis*, *Lolium multiflorum*, *Sphenopus divaricatus*, *Cynodon dactylon* et *Poa trivialis*. Ces espèces se représentent sur les champs céréaliers sous forme de peuplements **semi ouverts** (recouvrements compris entre 50 et 75%).

Pour certaines espèces, la population est à effectif faible à moyen ; il s'agit respectivement de : *Daucus carota*, *Anagallis arvensis*, *Beta vulgaris*, le genre *Chenopodium* avec ses deux espèces : *Chenopodium album* et *Chenopodium murale*, le genre *Melilotus*, *Malva parviflora* et *Polygonum aviculare*. Les peuplements sont **très ouverts** (recouvrements compris entre 10 et 25%) et négligeables par rapport à ceux des espèces de la famille des Poaceae.

Pour le reste des espèces inventoriées ; le recouvrement est très faible. Elles ne sont présentées dans la flore totale que par des populations de petite taille ne dépassant pas une dizaine d'individus des fois un seul individu par unit » de surface. Les peuplements de ces espèces sont **extrêmement ouverts** (recouvrements compris entre 0 et 10%).

A noter que l'importance des recouvrements est déterminée par l'importance du stock grainier origine de la flore réelle ou de surface. Plus le stock grainier est important dans le sol plus les germinations sont réussites et échelonnées et donc plus la population de surface est alimentée en individus ce qui va donner des populations de tailles relativement importantes.

Ce stock grainier dans son importance et son rôle d'alimentation de la flore de surface est affecté par un certain nombre de facteurs biologiques propres à l'espèce et anthropiques relatif à l'ensemble des pratiques culturales réalisées le long du cycle évolutif de la céréale mise en place sans bien sur oublié les conditions du milieu physique.

Les espèces ayant un fort recouvrement ; sont des espèces à grand pouvoir colonisateur et invasif, leur aptitude de propagation et d'occupation d'espaces de plus en plus importants est très importante en comparaison avec les autres espèces de la flore inventoriée.

Ecologiquement, les espèces notées recouvrantes pour notre cas sont très bien adaptées aux conditions d'aridité caractérisant nos régions d'étude. Elles tolèrent avec succès les conditions contraignantes du milieu saharien à savoir la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, les fortes températures et la pauvreté et la fragilité des sols. Cette adaptation est de degré moindre chez le reste des espèces à recouvrement moyen et celles à recouvrement négligeables.

Pour les conditions de températures et d'humidité l'effet est à discuter du fait que ces deux caractéristiques naturelles sont améliorées au sein des agrosystèmes céréaliers par le biais des irrigations et des fertilisations régulières.

Biologiquement, les Poaceae sont des espèces réunissant un ensemble de caractères biologiques particuliers qui leur fait des espèces colonisatrices et envahissantes par excellence des milieux cultivés particulièrement céréaliers. La famille des Poaceae est connue pour son aptitude à s'adapter à des biotopes cultureux diversifiés (**TALEB et al., 1998**) ; elle est représentée dans notre flore totale par des annuelles introduites des milieux perturbés occupant les deux extrémités non occupées de la niche, en ayant une stratégie K ou r plus marquée que les espèces indigènes.

Il s'agit des espèces rudérales ayant une durée de vie courte, une croissance rapide, une forte allocation vers la reproduction et une forte aptitude à la colonisation. Elles dominent les milieux perturbés et potentiellement productifs comme c'est le cas pour nos champs céréaliers.

Elles sont caractérisées essentiellement par :

- ✓ Production importante et continue de graines,
- ✓ Pas de conditions spécifiques de germinations,
- ✓ Adaptations pour la dispersion à courte et à longue distance,
- ✓ Cycle compatible avec la céréale cultivée... etc.

Ces traits biologiques d'espèces invasives donnent aux Poaceae la capacité de concurrencer les autres espèces de la flore totale pour l'espace et les ressources.

Les espèces classées en deuxième position après les Poaceae ; ont réussi à s'étendre et gagner une superficie relativement acceptable au sein de nos agrosystèmes céréaliers grâce à leur tolérance aux stress et aux milieux physiquement contraints. Ce sont en générale des Dicotylédones annuelles ou vivaces à forte stature, à croissance forte surtout végétative chez certaines d'entre elles, qui malgré produisant peu de graines et ayant une lente croissance et une faible allocation à la reproduction arrivent à dominer le milieu du fait de leur forte capacité d'acquisition des ressources souterraines et aériennes et de leur forte aptitude à la compétition (**GRIME, 1979 in CORDEAU, 2010**).

Elles appartiennent aux familles botaniques des : Apiaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Polygonaceae et Primulaceae. Ceci s'explique par la place qu'elles occupent au sein de la flore nationale et par leur aptitude également à s'adapter à des biotopes cultureux diversifiés (**TALEB et al., 1998**).

En fin, on explique la faible représentativité dans la flore totale du reste des espèces inventoriées en matière d'effectif par leurs caractères biologiques non adaptés et non compatibles avec les conditions naturelles du milieu physique et avec les conditions des cultures céréalières ainsi que leur faible pouvoir compétitif. Ce sont en générales des espèces peu productives et moins tolérantes aux perturbations représentées par des espèces allochtones des régions d'études ayant trouvé difficulté à persister dans le milieu après son exploitation et envahir les parcelles cultivées devant les exotiques compétiteurs.

La compétition interfère en permanence avec les perturbations. Nos champs céréaliers sont des milieux fermés, c'est-à-dire riche en compétiteurs (stratégie C) représentés par des Poaceae Thérophytes, donc ils acceptent moins d'allochtones et d'espèces moins compétitifs ces derniers qui se trouvent en proportions faible à cause de l'élimination importante de leurs individus juste après germination.

Face à la compétition moindre de la flore spontanée affaiblie par la gamme des perturbations apportées au milieu, les exotiques étrangères introduites dans nos agrosystèmes céréaliers oppose une meilleure compétitivité (par rapport à leur comportement originel) grâce à l'absence de ses ennemis habituels. Elles se naturalisent et prolifèrent produisant des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement au sein des agrosystèmes (**CRONK et FULLER, 1995 in JAUZEIN, 2011**).

Pour ce qui est facteur anthropiques responsables de la détermination du recouvrement des différentes espèces au sein des parcelles emblavées de nos sites d'étude. On note surtout la fertilisation, les traitements chimiques et le travail du sol. Ces pratiques déterminent le recouvrement des espèces associées en affectant certains caractères biologiques et/ou écologiques.

Le travail du sol simplifié et la fertilisation azotée abondante pratiqués dans nos systèmes agricoles céréaliers sont à l'origine des recouvrements importants des Poaceae annuelles et de certaines autres espèces Dicotylédones.

Le travail du sol remonte en surface les semences enfouies dans le sol qui trouvent leur germination favorisée et améliorée par les facteurs édaphoclimatiques et culturaux. Les levées de Poaceae annuelles ont tendance à augmenter avec la simplification du travail du sol ; le phénomène est amplifié par la pratique de la monoculture de céréales (**DEBAEKE et ORLANDO, 1994 in RAHALI, 2011**).

Les repousses des Thérophytes Poaceae sont bien évidemment favorisées par les systèmes simplifiés, en particulier lors de semis précoces (**DEBAEKE et ORLANDO, 1994 in RAHALI, 2011**). Par ailleurs et d'après **FROUD et al. (1983) in RAHALI (2011)**, les levées des Dicotylédones annuelles diminuent avec la simplification du travail du sol.

Avec les traitements herbicides, le nombre d'individu par espèces est diminué et par conséquence leurs recouvrements. Le degré de diminution varie selon qu'il s'agit d'une espèce résistante ou non aux molécules actives. Les espèces représentant des recouvrements acceptables au sein de la flore ont cette résistance aux traitements une fois en contact avec eux ou s'échappent des traitements et réussissent à établir leurs populations avec un fort effectif.

Pour le reste des espèces la tolérance au désherbage est très faible voir absente les individus sont fortement éliminés et les effectifs sont diminués ce qui donne des recouvrements moyens très faibles à négligeables.

La fertilisation azotée est une pratique agricole bénéfique favorisant la germination et le développement de la majorité des espèces mais beaucoup d'elles vont être réduites par simple compétition par les forts compétiteurs.

II.1.2. Abondance / Dominance

Un indice en relation étroite avec le recouvrement et la densité. Une espèce abondante est une espèce ayant une population dense à fort recouvrement. Dans notre cas les espèces jugées majoritaires en matière de densité et de recouvrement sont également les espèces les plus dominantes dans la flore totale. Les recouvrements élevés leur permettent de se répartissent par tout dans nos champs céréaliers et occuper la quasi-totalité des parcelles cultivées. Elles dominant de ce fait les peuplements des autres espèces minoritaires qui ne s'installent que dans certains endroits où elles réussissent à s'échapper des contraintes imposées par le milieu physique ou celles d'ordre biologiques.

Les facteurs de ce fait qui affectent cet indice sont les mêmes déterminants les densités ou les recouvrements des peuplements d'adventices inventoriées. On décèle l'existence de règles d'assemblage des espèces affectant leurs abondances respectives : aux densités faibles et moyennes, les abondances respectives des différentes espèces montrent une corrélation positive et contraire aux attendus du processus densité-dépendant de compétition. La communauté se trouve plus régulée par les pratiques agricoles, le degré d'exigence de l'agriculteur et le pool de ressources disponibles que par les limites d'un environnement agricole (**BORGY et al., 2012 in REBOUD, 2013**).

Présenter la structure complexe d'une communauté uniquement par sa richesse spécifique ou un indice de diversité donne des informations incomplètes. L'étude statistique de l'abondance des espèces d'une communauté végétale présente une grande importance. En effet, elle permet de mieux interpréter la nature des interactions entre espèces et de mettre en évidence par la suite les facteurs qui déterminent leur fréquence relative (**NGUEGUIM, 2011**).

Selon leur Abondance-Dominance, les espèces rencontrées dans nos parcelles d'échantillonnage sont réparties sur cinq groupes distincts. La majorité appartiennent à la classe 2 d'Abondance-Dominance soit une proportion de de 41.30% de l'effectif spécifique total, suivies par les espèces appartenant à la classe 1 avec une contribution spécifiques de 26.08%. En troisième lieu, viennent les espèces rares constituant 19.56% de la flore inventoriée ensuite celles de la classe 4 qui représentent 10.86% des espèces rencontrées aux champs prospectés. En dernière position, on cite les espèces de la classe 3 qui ne contribuent qu'avec 02.17% de l'effectif spécifique total (Tableau 08).

Tableau 08 – Indice d’abondance-dominance des espèces communes

A/D	Espèce	A/D	Espèce
r	<i>Androcymbium punctatum</i>	2	<i>Atriplex dimorphostegia</i>
	<i>Carthamus eriocephalus</i>		<i>Beta vulgaris</i>
	<i>Diplotaxis harra</i>		<i>Calendula bicolor</i>
	<i>Echium humile</i>		<i>Chenopodium album</i>
	<i>Neurada procumbens</i>		<i>Chenopodium murale</i>
	<i>Rubia perigrina</i>		<i>Daucus carota</i>
	<i>Scandix hispanicus</i>		<i>Lavatera critica</i>
	<i>Scandix pecten - veneris</i>		<i>Malva parviflora</i>
	<i>Zygophyllum album</i>		<i>Melilotus indica</i>
			<i>Melilotus infesta.</i>
1	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	3	<i>Pholiorus incorvus</i>
	<i>Bassia muricata</i>		<i>Polygonum aviculare</i>
	<i>Calendula aegyptiaca</i>		<i>Rapistrum rugosum</i>
	<i>Centaurea microcarpa</i>		<i>Senecio vulgaris</i>
	<i>Cotula cinerea</i>		<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Launaea glomerata</i>		<i>Sonchus asper</i>
	<i>Launaea resedifolia</i>		<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Malcolmia africana</i>		
	<i>Megastoma pusillum</i>		<i>Phalaris paradoxa</i>
	<i>Oudneya Africana</i>		<i>Bromus madritensis</i>
	<i>Polygonum argyrocholeum</i>		<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Suaeda fruticosa</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
			<i>Poa trivialis</i>
2	<i>Amaranthus hybridus</i>	4	<i>Sphenopus divaricatus</i>
	<i>Anagallis arvensis</i>		

On constate que notre flore adventice est constituée essentiellement d’espèces moyennement abondantes. Une caractéristique dictée par les conditions du milieu et celles de la culture qui ne permettent pas à une gamme large d’espèces de se proliférer et envahir l’espace en imposant un certain nombre de filtres difficilement surmontés par pas mal d’espèces. Les seules capables sont celles de la famille des Poaceae suivies par quelques familles d’appartenance méditerranéenne ayant pu s’adapter avec nos conditions ou des familles faisant partie du cortège floristique naturel de nos régions d’études ayant pu supporter les perturbations apportées par l’introduction de la céréaliculture.

II.1.3. Sociabilité

Les espèces constituant la flore totale de l’ensemble des régions d’étude se répartissent au sein des champs céréaliers de façon hétérogène constituant des peuplements différents selon leur capacité de regroupement. On distingue alors des individus éparpillés de part et d’autre et d’autres formant des assemblages plus ou moins denses. La capacité de regroupement est représentée pour chacune des espèces par un coefficient dit de sociabilité dont la valeur varie entre + et 5 (Tableau 09).

Tableau 09 – Indice de sociabilité des espèces communes

IS	Espèce	IS	Espèce
+	<i>Androcymbium punctatum</i>	1	<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Carthamus eriocephalus</i>		<i>Sonchus asper</i>
	<i>Centaurea microcarpa</i>		<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Cotula cinerea</i>		<i>Suaeda fruticosa</i>
	<i>Diplotaxis harra</i>	2	<i>Amaranthus hybridus</i>
	<i>Echium humile</i>		<i>Anagallis arvensis</i>
	<i>Neurada procumbens</i>		<i>Beta vulgaris</i>
	<i>Rubia perigrina</i>		<i>Calendula bicolor</i>
	<i>Scandix hispanicus</i>		<i>Chenopodium album</i>
	<i>Scandix pecten - veneris</i>		<i>Chenopodium murale</i>
	<i>Zygophyllum album</i>		<i>Daucus carota</i>
1	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>		<i>Lavatera critica</i>
	<i>Atriplex dimorphostegia</i>		<i>Malva parviflora</i>
	<i>Bassia muricata</i>		<i>Melilotus indica</i>
	<i>Calendula aegyptiaca</i>		<i>Melilotus infesta.</i>
	<i>Launaea glomerata</i>		<i>Phalaris paradoxa</i>
	<i>Launaea resedifolia</i>		<i>Polygonum aviculare</i>
	<i>Malcolmia africana</i>	3	<i>Bromus madritensis</i>
	<i>Megastoma pusillum</i>		<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Pholiorus incorvus</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Polygonum argyrocholeum</i>		<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Rapistrum rugosum</i>		<i>Poa trivialis</i>
	<i>Senecio vulgaris</i>		<i>Sphenopus divaricatus</i>

Pour qu'une espèce arrive à vivre dans un milieu donné en groupe, elle doit avoir une certaine tolérance à la compétition exercée par les autres espèces, cohabitant le même biotope avec elle, pour l'espace et les ressources. De ce fait, on constate, dans notre cas, que les espèces présentant une valeur relativement importante d'indice de sociabilité sont des espèces compétitives (exigeantes) ou des espèces moins exigeantes en ressources qui tolèrent la compétition.

Selon le tableau ci-dessus, la majorité des espèces ont un indice de sociabilité faible. Elles se présentent isolées et fuissent les groupements. Les espèces vivant en groupe sont en générale à effectif important ; il s'agit surtout des groupements monospécifiques plutôt que mixtes comme ceux des espèces appartenant aux familles des Apiaceae, des Brassicaceae, des Chenopodiaceae, des Fabaceae, des Malvaceae, des Poaceae et des Polygonaceae les individus de ces familles ont tendance à se regrouper légèrement dans les parcelles où la densité de la culture et des autres adventice est relativement basse.

Quatre classes de sociabilité sont présentes dans notre flore. Il s'agit des classes : +, 1, 2 et 3 ; elles renferment respectivement 23.91%, 36.95%, 26.08% et 13.04% de l'effectif spécifique total. On note pour ces résultats la supériorité de la proportion des espèces de la classe 1. Les espèces rares ont une proportion non négligeable, elles viennent en troisième position. Il s'agit des plantes spontanées vivace localisées aux bordures des champs céréaliers sous forme d'individus rare très fortement éparpillés.

II.2. Caractérisation synthétique de la flore

Elle a pour objectif, l'étude des indices de richesse et de diversité de la flore globale ainsi que les indices de fréquence pour chaque espèce recensée. Les valeurs obtenues et leur interprétation vont nous permettre de savoir l'état de la biodiversité de nos agrosystèmes céréaliers et mettre en évidence les causes responsables de cet état ainsi que déterminer les groupes spécifiques en fonction de leur importance agronomique et écologique. Afin de mieux appréhender la biodiversité au niveau des stades, nous avons utilisé trois indices :

- ✓ La richesse spécifique,
- ✓ L'indice de diversité et
- ✓ L'indice d'équitabilité.

II.2.1. Richesse spécifique

Évaluée à deux niveaux ; globale pour les quatre campagnes agricoles et l'ensemble des stations d'étude (Totale) et par relevé floristique (Moyenne).

II.2.1.1. Richesse spécifique totale : Le nombre total des espèces rencontrées sur l'ensemble des pivots céréaliers pour les quatre campagnes agricoles et les deux régions d'étude est estimé à : **S = 71 Espèces**. Une richesse acceptable vue les conditions du milieu naturel et celles des agrosystèmes céréaliers, mais relativement faible vis-à-vis du nombre du taxons constituant la flore algérienne.

II.2.1.2. Richesse spécifique moyenne : Le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé est : **S_m = 4 Espèces**. Par rapport au nombre total d'espèces relevées ; c'est une valeur faible qui indique la pauvreté de la flore globale.

II.2.2. Diversité spécifique

Le calcul de la diversité spécifique de la flore globale, permet de déterminer à quel point les taxons de nos champs céréaliers sont éloignés sur le plan génétique et à quel point notre flore est riche sur le plan phytogénétique.

II.2.2.1. Indice de SHANNON-WEAVER « H' »

Il est estimé pour la flore des champs céréaliers prospectés durant la période d'étude à $H' = 1.12$. Une valeur qui est relativement faible indiquant la faible variabilité phytogénétique dans la flore globale de nos sites d'étude.

II.2.2.2. Indice de Diversité floristique maximale ($H'_{\max}$)

L'indice de diversité maximale de notre flore adventice est de $H'_{\max} = 3.69$. Cette valeur est indicatrice de l'irrégularité de répartition de l'effectif total de la flore sur les différentes espèces qui la constituent. Il existe des espèces dont le nombre d'individus qui la représentent au sein de la flore est très important en comparaison avec d'autres représentées par quelques individus des fois par un seul qui est le cas échéant pour pas mal de Dicotylédones spontanées. Ceci sera mieux détaillé en étudiant la densité ou le recouvrement de chacune des espèces inventoriées.

Le nombre d'espèces végétales ayant trouvé dans nos agrosystèmes les conditions favorables pour s'y installer est relativement faible en comparaison avec le nombre de taxons constituant la flore de l'Algérie. Les espèces contribuant à cette richesse sont des espèces bien adaptées aux conditions édaphoclimatiques de l'ensemble des régions d'étude et aux conditions des champs céréaliers ; elles ont réussi à faire du milieu agricole un biotope favorable pour leur survie et leur reproduction et ce, grâce à trois composantes principales, très gourmandes en énergie, déterminant leur persistance dans ce milieu :

- ✓ La compétition (**C**) qui regroupe toutes les interactions entre végétaux, qu'elles soient inter- ou intraspécifiques ;
- ✓ La résistance aux stress (**S**) comprenant les adaptations diverses à des facteurs (surtout climatiques ou édaphiques) limitant la croissance des végétaux, par excès ou par défaut ;
- ✓ La résistance aux perturbations (**R**) c'est-à-dire à des facteurs détruisant partiellement ou totalement les individus.

La composition de la flore adventice est dépendante des conditions pédoclimatiques. Cependant, il suffit de comparer les mauvaises herbes de deux parcelles cultivées voisines pour comprendre que les pratiques culturales peuvent aussi avoir une influence sur la flore.

L'état d'une communauté dans une parcelle à un instant donné, caractérisé par la nature des espèces présentes, leur structure génétique, et les effectifs de chaque population, est affecté par la majorité des décisions techniques que prend un agriculteur. Les choix de l'agriculteur influent plus la composition et la diversité des flores que les conditions naturelles (sol, climat) **(FRIED et al., 2008)**.

Ces décisions jouent :

- ✓ directement sur la disparition des individus (mortalité),
- ✓ sur le changement de stade (par exemple levée de dormance, mise en condition de germination favorable), qui fait passer les individus d'un stade insensible à une technique à un stade sensible à cette technique,
- ✓ sur la sélection progressive des espèces et génotypes insensibles ou moins sensibles à l'application d'une technique létale,
- ✓ sur l'introduction de nouvelles espèces dans la communauté.

A noter que les champs céréaliers sujet de notre étude sans menés en irrigué et en intensif. Un système de gestion agricole caractérisé par des conditions culturales particulières laissant apparaître une flore à composition particulière et à richesse disant faible et des fois négligeable. Ce sont des systèmes agricoles basés sur : l'utilisation excessive des intrants durant le cycle évolutif de la culture, la monoculture et certain d'autres pratiques qui malgré bénéfiques pour la culture, elles sont très néfastes sur le plan écologique du faite qu'elles menacent la diversité et la richesse floristiques sur leurs deux aspects quantitatif et qualitatif.

Sur ces systèmes, et comme c'est généralement le cas sur tous les milieux cultivés, les parcelles sont soumises à une forte diversité de pratiques agricoles au cours d'une campagne et entre les campagnes (cas fréquent en parcelles cultivées). Ceci engendre une forte diversité de pressions de sélection sur la diversité végétale en place, à diverses intensités. Ces pressions éliminent non seulement certaines espèces du cortège floristique ; mais agissent également sur les abondances de chacune d'elles **(GAUJOUR et al., 2011)**.

L'agriculture intensive pose actuellement de graves problèmes d'ordre environnemental et menace de nombreux services écosystémiques dont la biodiversité. Bien que les causes de dégradation de l'état de la biodiversité sont multiples, les changements de l'agriculture restent en partie importante les premiers responsables de cette dégradation. La faible diversité en taxons végétaux observée dans les agroécosystèmes soulève la question des conséquences de l'agriculture intensive sur le maintien du fonctionnement de ces agroécosystèmes, en termes de structuration et de fonctionnement des communautés végétales sauvages d'une part, et en termes de services apportés par cette biodiversité à l'agriculture d'autre part.

Les effets de l'activité agricole dans l'agrosystème ne touche pas toutes les espèces de la même manière, les espèces spécialistes sont les plus sensibles à l'intensification agricole que les autres espèces surtout dites généralistes (**SMART et al., 2006, STORKEY et al., 2012**). De même pour les espèces naturelles spontanées qui sont plus sensibles aux perturbations apportées au milieu que les espèces exotiques.

L'agrosystème cultivé est particulièrement intéressant pour tester les règles selon lesquelles les espèces s'assemblent en communautés puisque contrairement à des écosystèmes naturels parfois complexes, dans les champs cultivés les principales contraintes du milieu sont connues et modifiables (**BOOTH et SWANTON, 2002 in PETIT, 2008**). Les caractéristiques de la culture telles que la date de semis permettent de synthétiser les grandes lignes du système de culture associé et d'expliquer le succès de la flore qui en partagera le mieux l'ensemble des traits (**GUNTON et al., 2011**). Plus généralement, ce type d'approche fonctionnelle permet de définir, au-delà des espèces particulières rencontrées au sein de l'observatoire, le contour des traits favorisés dans une situation donnée (**FRIED et al., 2009**).

Pour qu'une espèce adventice soit capable de passer tous les filtres (être généraliste sur l'ensemble ou une partie des axes de la niche) plutôt que d'être spécialiste d'un seul filtre mais mal adaptée à l'un des autres filtres. Il faut bien sûr tenir compte du fait que les filtres sont ordonnés. Pour réussir, les espèces adventices, doivent successivement

- 1) appartenir au pool d'espèce régional,
- 2) être adaptées aux conditions écologiques de la parcelle et
- 3) être adaptées aux pratiques spécifiques à la culture mise en place. (**BOOTH et SWANTON, 2002 in PETIT, 2008**).

Ces conditions peuvent expliquer la composition de notre flore et le nombre des espèces appartenant à cette dernière. La gamme des espèces pouvant réunir ces conditions de persistance dans les champs et pouvant supporter les diverses perturbations apportées au milieu de façon continue et répétée dans le temps est très faible.

Il s'agit de certaines espèces exotiques à caractère invasif ne faisant pas partie du patrimoine phytogénétique des régions en question ce dernier qui se trouve au contraire dégradé profondément et de façon irréversible rendant de ce fait toute possibilité de restauration très difficile voire impossible et quelques plantes spontanées faisait partie du cortège floristique du milieu initial avant exploitation agricole.

De ce fait, les pratiques agricoles sélectionnent les espèces présentes en défavorisant (ou en favorisant) l'établissement et la survie de certaines d'entre-elles (**GAUJOUR et al., 2011**). Il s'agit d'une sélection différentielle conduisant à une augmentation de la similarité taxonomique, génétique ou fonctionnelle, si partout les mêmes espèces remplacent les espèces en déclin. On obtiendra de ce fait dans tous les cas des flores similaires à caractère général presque identique dans la quasi-totalité de nos stations d'étude. A l'échelle locale, cette sélection peut avoir des effets directs ou indirects via les chaînes trophiques (**BENTON et al., 2002; BOATMAN et al., 2004**).

L'état critique de la richesse et de la diversité de la flore associée est le résultat également d'un certain nombre de pratiques à l'échelle du paysage. Les agroécosystèmes qui contiennent suffisamment d'habitats semi-naturels diversifiés ont donc un niveau de richesse et de diversité déjà important à l'échelle du paysage. Un paysage diversifié et complexe est plus à même d'abriter une flore adventice plus diverse et des communautés plus équilibrées.

On peut émettre l'hypothèse qu'un paysage diversifié permet la coexistence de nombreux habitats et ainsi autant de niches pour des espèces ayant des besoins différents, ces paysages complexes sont également souvent composés de parcelles agricoles de plus petite taille, avec plus d'interface et contiennent ainsi de nombreux espaces non cultivés (**PETIT, 2008**).

Ce n'est pas le cas pour nos régions où on constate à l'échelle paysagère une transformation importante des systèmes d'utilisation des sols traditionnels en systèmes modernes intensifs par la conversion des terres à partir de systèmes naturels complexes vers des écosystèmes agricoles simplifiés ; cette pratique est la cause majeure des valeurs faibles de richesse et de diversité floristiques au sein des milieux agricoles en régions sahariennes **(TSCHARNTKE et al., 2005)**.

La fragmentation des habitats naturels ou semi-naturels, ou des habitats agricoles extensifs, du fait de l'expansion de l'agriculture, se traduit par un isolement géographique et une perte de connectivité. De même ; la simplification des mosaïques agricoles, l'agrandissement de la taille moyenne des parcelles culturales, la réduction du nombre de parcelles, la réduction généralisée de la superficie et de la diversité des habitats non cultivés, la simplification des rotations de culture, la conversion de surfaces en herbes en cultures annuelles ; sont des modifications qui conduisent à un isolement des populations, souvent de petites tailles, dans ces habitats de surface restreinte et une augmentation des effets stochastiques susceptibles de conduire à des extinctions locales **(BENTON et al., 2003 in PETIT, 2008)**.

De nombreux auteurs affirment que la réduction drastique de l'hétérogénéité spatio-temporelle des habitats serait un facteur explicatif des faibles valeurs de richesse et de diversité dans les paysages agricoles **(BENTON et al., 2003 in PETIT, 2008)**. Les études indiquent que la diversité des habitats trouvés dans un paysage est positivement corrélée à la richesse spécifique des communautés végétales au sein de chacun des habitats.

En conclusion ; les indices de richesse et de diversités floristiques obtenus pour notre flore reflètent un état caractéristique résultant des effets de nombreux facteurs agissant directement ou indirectement, biotiques et abiotiques, locaux et paysagers, naturels et anthropiques.

II.2.3. Indice de similitude de Sorensen

Il fait partie également des indices d'estimation de la diversité floristique. La valeur obtenue pour notre flore globale associée aux céréales est de **I Sorensen = 0.81 (81%)** ; une valeur élevée qui indique la ressemblance des flores inventoriées aux seins des différentes stations et régions d'étude à cause du nombre important d'espèces communes par rapport aux espèces exclusives à chaque station ou région.

Sur les 71 espèces inventoriées dans la flore globale, 50 espèces sont communes entre les deux régions d'étude contre seulement 9 et 12 espèces exclusives respectivement à la région d'Ouargla et celle de Ghardaïa.

Une similitude relativement importante résultat du au phénomène de banalisation des paysages naturels et ceux agricoles et à l'homogénéisation des systèmes cultureux conduisant à la sélection des groupes d'espèces et la spécialisation de ces dernières.

Cet aspect sera mieux détaillé dans le chapitre suivant relatif à l'étude de la variabilité dans le temps et dans l'espace de la flore adventice inventoriée.

II.2.4. Indice d'équitabilité de (PIELOU, 1966)

La valeur calculée pour notre cas est de l'ordre de : **R = 0.30**. C'est une valeur faible qui indique la distribution irrégulière des individus sur les différentes espèces inventoriées. Le nombre d'individus par espèce n'est pas le même, il diffère de ce fait de façon significative d'une espèce à une autre ; il est excessivement important pour certaines et négligeable voir égale à 0 pour d'autres.

Cette différence de représentativité des populations des différentes espèces au sein de la flore globale, peut être expliquée par des facteurs biologiques propres à l'espèce responsables du caractère invasif de l'espace comme le mode de reproduction, la fertilité, les voies de dissémination, le pouvoir compétitif, stratégies d'exploitation des ressources du milieu, ...

La faible valeur de l'indice d'équitabilité traduit la dominance des effectifs par quelques espèces. La majorité des populations d'adventices sont représentées par un nombre faible d'individus alors que les espèces ayant des populations de grand effectif sont très peu nombreuses. Elle peut aussi indiquer l'état de stress ou la situation transitoire du biotope céréalière. Cet aspect a été également signalé pour les indices cités ci-dessus.

II.2.5. Fréquence des espèces

C'est un indice d'importance écologique et agronomique à la fois. Il est mesuré de deux façons estimant la répartition dans le temps et dans l'espace des espèces occupant un système écologique donné.

II.2.5.1. Fréquence centésimale FC

La répartition des espèces sur les relevés floristiques réalisés dans l'ensemble des régions d'étude durant la période d'étude écoulée entre 2010 et 2013 est représentée dans le tableau 10. Les espèces sont réparties par classe de fréquence et de constance.

Tableau 10 – Fréquence centésimale des espèces communes

Constance	Espèce	FC (%)	Constance	Espèce	FC (%)
Constantes	<i>Bromus madritensis</i>	92.14	Régulières	<i>Sonchus asper</i>	53.72
	<i>Chenopodium album</i>	81.97		<i>Sphenopus divaricatus</i>	58.33
	<i>Chenopodium murale</i>	81.97	Accessoires	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	38.30
	<i>Cynodon dactylon</i>	92.14		<i>Calendula aegyptiaca</i>	39.77
	<i>Daucus carota</i>	81.97		<i>Calendula bicolor</i>	43.53
	<i>Diploaxis harra</i>	81.97		<i>Centaurea microcarpa</i>	31.77
	<i>Echium humile</i>	81.97		<i>Malcolmia africana</i>	28.12
	<i>Launaea glomerata</i>	81.97		<i>Megastoma pusillum</i>	49.25
	<i>Launaea resedifolia</i>	81.97		<i>Oudneya Africana</i>	28.87
	<i>Lavatera critica</i>	81.97		<i>Rapistrum rugosum</i>	38.39
	<i>Lolium multiflorum</i>	81.97		<i>Rubia perigrina</i>	29.44
	<i>Melilotus indica</i>	78.32		<i>Scandix pecten - veneris</i>	30.52
	<i>Melilotus infesta.</i>	87.29		<i>Senecio vulgaris</i>	25.09
	<i>Phalaris paradoxa</i>	93.75		<i>Sinapis arvensis</i>	45.15
	<i>Poa trivialis</i>	89.16		<i>Sonchus oleraceus</i>	46.34
Régulières	<i>Amaranthus hybridus</i>	67.59		<i>Suaeda fruticosa</i>	28.01
	<i>Anagallis arvensis</i>	55.21	Accidentelles	<i>Bassia muricata</i>	18.32
	<i>Atriplex dimorphostegia</i>	63.12		<i>Carthamus eriocephalus</i>	06.24
	<i>Beta vulgaris</i>	69.47		<i>Cotula cinerea</i>	11.91
	<i>Malva parviflora</i>	59.65		<i>Neurada procumbens</i>	11.91
	<i>Pholiorus incornus</i>	66.66		<i>Scandix hispanicus</i>	15.15
	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	55.57		<i>Zygophyllum album</i>	23.06
	<i>Polygonum aviculare</i>	52.43	Rare	<i>Androcymbium punctatum</i>	04.53

On distingue cinq groupes d'espèces bien distincts en fonction de leur constance. Le premier groupe est celui des espèces **Constantes** dont la fréquence est comprise entre 75% et 100%. Les espèces de ce cette classe de fréquence sont très répandues et contactées presque à chaque relevé.

En plus des Poaceae - qui sont des espèces typiques des céréales intensifiées ayant les mêmes caractéristiques biologiques et écologiques qu'eux et fortement liées et favorisées par les conditions de culture et de conduite et par l'intensité de l'activité anthropique - cette classe renferme également des espèces majoritaires appartenant à d'autres familles botaniques à savoir : la famille des Chenopodiaceae (*Chenopodium album* et *Chenopodium mural*), la famille des Asteraceae (*Launaea glomerata* et *Launaea resedifolia*), la famille des malvaceae (*Lavatera critica*), la famille des Apiaceae (*Daucus carota*) et la famille des Brassicaceae (*Diploaxis harra*).

Il s'agit des espèces complètement différentes des céréales sur le plan biologique, mais qui sont très fréquentes dans les champs céréaliers ; elles doivent leur large spectre à leur pouvoir infestant et leurs stratégies d'adaptation et de compétition efficaces. Elles font partie des messicoles traditionnelles des céréales qui ont pu être introduites au niveau des pivots dès leur création et qui ont pu par la suite s'adapter et prendre de l'ampleur avec le temps par l'effet de cumul (**TALEB et MAILLET, 1994**) ou qui font partie du cortège floristique naturel autochtone réparties naturellement dans les sites d'étude avant l'introduction de la céréaliculture et qui ont réussi à persister dans ces biotopes malgré leur perturbation. Ce sont des espèces à large spectre écologique s'acclimatant facilement avec les conditions d'aridité et du milieu agricole ou encore encouragées par ces conditions (**FARAOUN et al., 2011**).

Les espèces constantes représentent 32.60% des espèces inventoriées communes aux deux régions d'étude.

La deuxième classe de constance regroupe les espèces **Régulières** ayant une fréquence comprise entre 50% et 75%. Cette classe fournie dans la flore commune 21.73% de l'effectif spécifique. Les familles qui figurent dans cette intervalle de constance sont celles des : Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Malvaceae, Poaceae, Polygonaceae et Primulaceae. Presque les mêmes familles botaniques rencontrées dans la première classe de constance.

30.43% des espèces communes aux régions d'études sont des espèces **Accessoires** rencontrées dans 25% à 50% des relevés réalisés durant la période d'étude dans l'ensemble des sites prospectés. Ces espèces appartiennent aux Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae et Rubiaceae.

Les **Accidentelles** viennent en quatrième position selon l'importance de la fréquence, elles représentent 13.04% de la flore commune. Le nombre de relevés dans lesquels elles figurent est relativement faible représentant entre 5% et 25% du nombre total de relevés. Elles sont représentées par les familles botaniques suivantes : Amaranthaceae, Asteraceae, Apiaceae, Rosaceae et Zygophyllaceae. En dernier lieu, on cite une seule espèce *Androcymbium punctatum* de la famille des Liliaceae dans la catégorie des espèces **Rares** ayant une fréquence minimale inférieure à 5%.

II.2.5.1. Contribution spécifique de présence ou CSP

La participation des différentes espèces en recouvrement de la surface du sol dans les champs prospectés est illustrée dans le tableau 11.

Tableau 11 – Contribution spécifique de présence des espèces communes

Espèce	CSP (%)	Espèce	CSP (%)
<i>Amaranthus hybridus</i>	02.81	<i>Malcolmia africana</i>	01.17
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	01.59	<i>Malva parviflora</i>	02.48
<i>Anagallis arvensis</i>	02.30	<i>Megastoma pusillum</i>	02.05
<i>Androcymbium punctatum</i>	00.18	<i>Melilotus indica</i>	03.26
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	02.63	<i>Melilotus infesta.</i>	03.63
<i>Bassia muricata</i>	00.76	<i>Neurada procumbens</i>	00.49
<i>Beta vulgaris</i>	02.89	<i>Oudneya Africana</i>	01.20
<i>Bromus madritensis</i>	03.84	<i>Phalaris paradoxa</i>	03.90
<i>Calendula aegyptiaca</i>	01.65	<i>Pholiorus incorvus</i>	02.77
<i>Calendula bicolor</i>	01.81	<i>Poa trivialis</i>	03.71
<i>Carthamus eriocephalus</i>	00.26	<i>Polygonum argyrochaleum</i>	02.31
<i>Centaurea microcarpa</i>	01.32	<i>Polygonum aviculare</i>	02.18
<i>Chenopodium album</i>	03.41	<i>Rapistrum rugosum</i>	01.60
<i>Chenopodium murale</i>	03.41	<i>Rubia perigrina</i>	01.22
<i>Cotula cinerea</i>	00.49	<i>Scandix hispanicus</i>	00.63
<i>Cynodon dactylon</i>	03.84	<i>Scandix pecten - veneris</i>	01.27
<i>Daucus carota</i>	03.41	<i>Senecio vulgaris</i>	01.04
<i>Diplotaxis harra</i>	03.41	<i>Sinapis arvensis</i>	01.88
<i>Echium humile</i>	03.41	<i>Sonchus asper</i>	02.23
<i>Launaea glomerata</i>	03.41	<i>Sonchus oleraceus</i>	01.93
<i>Launaea resedifolia</i>	03.41	<i>Sphenopus divaricatus</i>	02.43
<i>Lavatera critica</i>	03.41	<i>Suaeda fruticosa</i>	01.16
<i>Lolium multiflorum</i>	03.41	<i>Zygophyllum album</i>	00.96

Les espèces recensées dans nos agrosystèmes céréaliers sont classées en trois groupes selon leur contribution dans le recouvrement total. Les espèces *Androcymbium punctatum*, *Carthamus eriocephalus*, *Cotula cinerea*, *Neurada procumbens*, *Scandix hispanicus*, *Bassia muricata* et *Zygophyllum album* sont les moins fréquentes dans la flore commune. Les valeurs de fréquence sont négligeables généralement inférieures à 1%, elles ne constituent que 15.21% de l'ensemble des espèces constituant la flore globale. Ces espèces mineures sont en quasi-totalité des adventices assez souvent autochtones à étendue écologique très localisée (locales ou régionales) contribuant principalement au maintien de la diversité spécifique. Pour le peu qui reste sont des adventices exotiques introduites au sein de nos champs céréaliers mais se trouvent très fréquentes dans les parcelles emblavées à cause de leur très faible pouvoir envahissant, ce statut exceptionnel, en général, résulte d'une introduction récente ou d'une activité anthropique antécédente (**CHAFIK, 2013**).

Le deuxième groupe rassemble les espèces considérées comme les plus fréquentes dans la flore, elles sont en nombre de 15 soit 32.60% de l'effectif spécifique total de la flore adventice recensée. Ces espèces sont caractérisées par une grande adaptation à l'environnement agricole et une grande capacité d'occupation du milieu ; une telle occupation du milieu qui se fait toujours au détriment de la diversité des espèces autochtones. On cite à titre d'exemple par ordre décroissant de fréquence : *Phalaris paradoxa* (03.9%), *Bromus madritensis* (03.84%), *Cynodon dactylon* (03.84%), *Poa trivialis* (03.71%), *Melilotus infesta* (03.63%), *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Daucus carota*, *Diplotaxis harra*, *Echium humile*, *Launaea glomerata*, *Launaea resedifolia*, *Lavatera critica* et *Lolium multiflorum* (03.41%).

Les espèces de ce groupe sont de catégories différentes : on distingue des adventices exotiques inféodées aux milieux cultivés particulièrement céréaliers. Ces adventices sont les plus préoccupantes dans nos régions. Elles trouvent dans ces derniers les conditions favorables pour leur installation et propagation ce qui leur confère un potentiel d'envahissement très important de ces agrosystèmes. Ce sont des plantes à reproduction exponentielle, elles montrent une rapide croissance ; une grande capacité de prolifération ; une grande capacité de dispersion, de distribution ; une grande tolérance vis-à-vis du milieu et une compétition effective avec les espèces locales qui par leur capacité d'occupation du milieu, vont les étouffer et neutraliser en réduisant aussi bien leur densité que leur diversité dans les agrosystèmes (**THIOMBIANO, 2009**).

C'est le cas des Poaceae Monocotylédones et des Dicotylédones Géophytes considérées gênantes pour la majorité des agrosystèmes, notamment ceux recevant des travaux aratoires fréquents, contribuant ainsi à la dissémination des rhizomes et des tubercules (*Cynodon dactylon*). Et des Dicotylédones annuelles considérées nuisibles et signalées résistantes aux herbicides (les genres *Melilotus*, *Chenopodium*, *Daucus* et *Lavatera*). Ce sont des adventices cosmopolites à une grande amplitude écologique, lui permettant de se développer dans la majorité des milieux atteints par leur dissémination.

On rencontre dans ce groupe également des espèces autochtones majoritaires en terme de fréquence, ce sont en générales des plantes favorisées par le milieu agricole et ses pratiques (*Diploaxis harra*, *Echium humile*, *Launaea glomerata* et *Launaea resedifolia*).

Le dernier groupe réuni les espèces dont la valeur de fréquence est comprise entre celles du premier et du deuxième groupe. Ce sont des plantes moyennement fréquentes leur nombre est de 24 soit 52.17% de l'effectif spécifique global. C'est la proportion la plus importante dans la flore globale. Ce sont des plantes communes dans les agrosystèmes de nos régions. Ces adventices, à portée écologique vaste à moyenne, peuvent être occasionnellement très abondantes, leur présence est liée à des facteurs anthropiques et édaphoclimatiques locaux ainsi que ceux liés à la culture, elles sont cosmopolites mais qui ne posent pas de problème particulier à présent.

Elles maintiennent la biodiversité des parcelles à un niveau relativement élevé sans pour autant exercer une compétition forte avec la culture. Cependant, à moyen ou long terme et, suivant l'importance des changements du milieu, elles peuvent être nuisibles (**CHAFIK, 2013**) ; elles exercent essentiellement une nuisibilité de cumul, en particulier sur les cultures annuelles.

Ce sont des Poaceae Géophytes qui peuvent être momentanément gênantes et d'autre part constituer, de temps à autre, une gêne sur céréales. D'autres sont des Dicotylédones annuelles et des fois Géophytes dont certaines d'entre elles peuvent constituer parfois le faciès estival des agrosystèmes. Les Asteraceae sont les plus représentées dans ce groupe suivies par les Amaranthaceae et les Brassicaceae, les Poaceae ne sont présentées que par deux espèces dans ce groupe. 25% des espèces de ce groupe sont des plantes autochtones.

CHAPITRE III – DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE DE LA FLORE DES AGROSYSTEMES CEREALIERS EN MILIEUX ARIDES

Introduction

La dynamique de la végétation d'un écosystème naturel ou agricole signifie l'ensemble de changements que subissent les caractéristiques qualitatives et quantitatives de cette végétation dans l'espace et dans le temps en considérant différentes échelles.

Pour notre étude nous avons essayé d'étudier l'état de la flore associée aux céréales dans les agrosystèmes céréaliers conduits sous pivots dans les régions arides et ce pour plusieurs campagnes et comparer par la suite les résultats obtenus afin de faire ressortir l'ensemble des modifications qu'a subit cette flore à travers les années et les différentes sites d'études. Des indices écologiques de structures et de composition ont été prélevés pour chaque campagne, chaque pivot, chaque station et chaque région d'étude. Puis comparés ultérieurement.

L'objectif principal était de déterminer l'effet de la céréaliculture sous pivot sur la diversité floristique naturelle et agricole à travers la qualité et l'intensité des modifications apportées sur la couverture végétale initiale des milieux exploités et sur celle introduite avec la céréaliculture et ce, par l'analyse de la relation entre la flore recensée à chaque niveau et les facteurs naturels et anthropiques qui étaient à notre disposition et la détermination de la contribution relative de ces derniers aux variations observées.

[illegible]

<i>Sonchus oleraceus</i>	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Echium humile</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Megastoma pusillum</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>Beta vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplotaxis harra</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Malcolmia africana</i>	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oudneya africana</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Rapistrum rugosum</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sinapis arvensis</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+
<i>Sisymbrium reboudianum</i>	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Spergularia salina</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vacaria pyramidata</i>	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Melilotus indica</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Melilotus infesta.</i>	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Vicia tetrasperme</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Trigonella polycerata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Frankenia pulverulenta</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
<i>Androcymbium punctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Lavatera critica</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Malva parviflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago ciliata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bromus madritensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Bromus scorpirus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Hordeum murinum</i>	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Phalaris paradoxa</i>	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Pholiorus incornus</i>	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Poa trivialis</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Polypogon monspeliensis</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-
<i>Sphenopus divaricatus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Emex spinosa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum argyrochaleum</i>	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Rumex simpliciflorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Anagallis arvensis</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-
<i>Neurada procumbens</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Rubia perigrina</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Zygophyllum album</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Total	36	49	15	25	19	28	19	32	19	26	13	27	31

La composition de la flore associée inventoriée n'est pas la même pour tous les pivots retenus dans les deux stations d'étude au sein de la région d'Ouargla. On assiste de ce fait à une variabilité de la composition en taxons en allant d'un pivot à un autre et d'une station à une autre. La nature et le nombre des familles botaniques constituant la flore ainsi que la nature et le nombre des genres et des espèces de chaque famille botanique montrent une nette variabilité à différentes échelles spatiales retenues pour notre étude comparative.

Pour la région de Ghardaïa, la comparaison des résultats obtenus au sein des différents sites expérimentaux indique la même remarque signalée pour la région d'Ouargla. La composition de la flore en familles botaniques, genres et espèces varie suivant les différentes échelles spatiales (Tableau 13).

Tableau 13 – Composition de la flore associée inventoriée au sein des pivots de la région de Ghardaïa

[illegible]

<i>Bromus madritensis</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Phalaris paradoxa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Pholiorus incornus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa trivialis</i>	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Sphenopus divaricatus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stipagrostis plumose</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stipagrostis pungens</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum argyrochloleum</i>	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
<i>Polygonum aviculare</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Anagallis arvensis</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Neurada procumbens</i>	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>Rubia perigrina</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Zygophyllum album</i>	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
Total	28	35	26	25	28	38	15	29	25	20	24	25

De même pour la comparaison des flores des deux régions, la composition de la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla n'est pas la même que celle des céréales de la région de Ghardaïa (Tableau 14). La variabilité de la composition de la flore est signalée pour notre cas à petite et à grande échelle en allant des parcelles emblavées jusqu'aux régions d'étude. L'importance de la variabilité de la composition reste une caractéristique conditionnée par plusieurs facteurs naturels et anthropiques qui seront détaillés ultérieurement dans la discussion des résultats.

Tableau 14 - Adventices inventoriées sous pivots dans l'ensemble des régions d'étude (Ouargla – Ghardaïa)

Famille botanique	Espèce	Région d'étude	
		Ouargla	Ghardaïa
Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	+	-
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	+	+
Chenopodiaceae	<i>Atriplex dimorphostegia</i>	+	+
	<i>Bassia muricata</i>	+	+
	<i>Chenopodium album</i>	+	+
	<i>Chenopodium murale</i>	+	+
	<i>Suaeda fruticosa</i>	+	+
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+	+
	<i>Scandix hispanicus</i>	+	+
	<i>Scandix pecten - veneris</i>	+	+
Asteraceae	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	+	+
	<i>Atractylis delicatula</i>	-	+
	<i>Calendula aegyptiaca</i>	+	+
	<i>Calendula bicolor</i>	+	+
	<i>Carthamus eriocephalus</i>	+	+
	<i>Centaurea microcarpa</i>	+	+
	<i>Cotula cinerea</i>	+	+
	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	-	+
	<i>Ifloga spicata</i>	+	-
	<i>Launaea capitata</i>	-	+
	<i>Launaea glomerata</i>	+	+
	<i>Launaea nudicaulis</i>	-	+

	<i>Launaea resedifolia</i>	+	+
	<i>Senecio vulgaris</i>	+	+
	<i>Sonchus asper</i>	+	+
	<i>Sonchus oleraceus</i>	+	+
Boraginaceae	<i>Echium humile</i>	+	+
	<i>Megastoma pusillum</i>	+	+
	<i>Moltkiopsis ciliate</i>	-	+
Brassicaceae	<i>Beta vulgaris</i>	+	+
	<i>Diplotaxis harra</i>	+	+
	<i>Malcolmia africana</i>	+	+
	<i>Oudneya Africana</i>	+	+
	<i>Rapistrum rugosum</i>	+	+
	<i>Sinapis arvensis</i>	+	+
	<i>Sisymbrium reboudianum</i>	+	+
Caryophyllaceae	<i>Spergularia salina</i>	+	+
	<i>Vacaria pyramidata</i>	+	+
Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i>	-	+
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	+
Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i>	-	+
Fabaceae	<i>Melilotus indica</i>	+	+
	<i>Melilotus infesta.</i>	+	+
	<i>Vicia tetrasperme</i>	+	+
	<i>Trigonella polycerata</i>	+	+
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	+	-
Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i>	+	+
Malvaceae	<i>Lavatera critica</i>	+	+
	<i>Malva parviflora</i>	+	+
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliate</i>	+	-
Poaceae	<i>Bromus madritensis</i>	+	+
	<i>Bromus scorpirus</i>	+	-
	<i>Cynodon dactylon</i>	-	+
	<i>Hordeum murinum</i>	+	-
	<i>Lolium multiflorum</i>	+	+
	<i>Phalaris paradoxa</i>	+	+
	<i>Pholiorus incorvus</i>	+	+
	<i>Poa trivialis</i>	+	+
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	+	-
	<i>Sphenopus divaricatus</i>	-	+
	<i>Stipagrostis plumose</i>	-	+
	<i>Stipagrostis pungens</i>	+	+
Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i>	+	-
	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	+	+
	<i>Polygonum aviculare</i>	+	+
	<i>Rumex simpliciflorus</i>	+	-
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+	+
Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i>	+	+
Rubiaceae	<i>Rubia perigrina</i>	+	+
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	-	+
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i>	+	+

Pour mieux comprendre les changements de composition floristique pouvant avoir lieu entre les différents sites expérimentaux nous avons dressé les tableaux 15 et 16 qui illustrent la diversité de la composition spécifique et génériques des familles botaniques constituant la flore et ce, pour les différents pivots des deux régions d'étude.

Tableau 15 - Contribution spécifique des familles botaniques inventoriées au sein des différents pivots de la région d'Ouargla

Famille botanique	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Aizoaceae	00	02.38	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Amaranthaceae	02.94	02.38	00	00	05.55	00	00	00	00	00	00	04.16	03.57
Apiaceae	05.88	02.38	00	14.28	05.55	08.00	05.26	03.44	05.88	04.16	07.69	00	03.57
Asteraceae	17.64	23.80	28.57	23.80	27.77	24.00	26.31	27.58	17.64	29.16	23.07	33.33	21.42
Boraginaceae	02.94	04.76	00	00	00	00	00	06.89	05.88	00	00	04.16	03.57
Brassicaceae	17.64	11.90	07.14	09.52	11.11	20.00	10.52	13.79	17.64	08.33	15.38	08.33	10.71
Caryophyllaceae	02.94	04.76	07.14	04.76	05.55	04.00	10.52	06.89	05.88	04.16	07.69	04.16	03.57
Chenopodiaceae	14.70	11.90	21.42	19.04	22.22	16.00	21.05	10.34	11.76	12.50	23.07	12.50	10.71
Fabaceae	05.88	07.14	14.28	04.76	05.55	08.00	05.26	03.44	11.76	08.33	07.69	08.33	07.14
Frankeniaceae	02.94	02.38	00	00	00	00	00	03.44	00	00	00	04.16	03.57
Liliaceae	00	00	00	00	00	00	00	03.44	00	00	00	04.16	00
Malvaceae	02.94	02.38	07.14	04.76	05.55	04.00	05.26	03.44	05.88	04.16	07.69	04.16	03.57
Plantaginaceae	00	02.38	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Poaceae	08.82	07.14	07.14	09.52	05.55	04.00	05.26	10.34	05.88	08.33	07.69	04.16	14.28
Polygonaceae	08.82	04.76	07.14	04.76	05.55	08.00	10.52	03.44	05.88	12.50	00	04.16	07.14
Primulaceae	02.94	02.38	00	00	00	04.00	00	03.44	05.88	04.16	00	04.16	00
Rosaceae	00	02.38	00	00	00	00	00	00	00	04.16	00	00	00
Rubiaceae	02.94	02.38	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	03.57
Zygophyllaceae	00	02.38	00	04.76	00	00	00	00	00	00	00	00	03.57

La répartition des 19 familles botaniques recensées dans l'ensemble de la région d'Ouargla entre les différents pivots céréaliers et régions est irrégulière. On distingue selon le tableau 15 des pivots riches en familles botaniques : P2 (18 Familles), P1 et P13 (14 Familles) et P8 (13 Familles) et d'autres au contraire moins riches : P7 (9 Familles), P3 et P11 (8 Familles). A l'échelle des stations expérimentales, la station 1 est plus riche en familles botaniques que la station 2, on note respectivement 19 familles botaniques contre 14 seulement.

Le nombre important de familles botanique au sein de la flore inventoriée n'indique pas forcément une forte richesse en espèces ou en genres. Dans les pivots P1 et P13, P4 et P6, P9 et P10 la flore renferme le même nombre de familles botaniques mais leurs richesses spécifiques et génériques sont visiblement différentes. Ceci s'explique par le nombre d'espèces et de genre contenant chaque famille botanique.

Les pivots les plus riches en espèces et en genres sont respectivement (du plus vers le moins riche) : P2, P1, P8, P13, P6 et P12. Le nombre des espèces constituant la flore adventice varie entre 42 (P2) et 24 (P12).

La famille des Aizoaceae et celle des Plantaginaceae sont exclusives au pivot 2 de la région 1, leur contribution en espèces est négligeable inférieur à 3%. Les familles des : Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Malvaceae et Poaceae sont communes à tous les pivots et les stations ; le nombre et la nature des espèces qui les présentent au sein des sites expérimentaux varient légèrement.

Les Asteraceae, dominant surtout dans les pivots : P12 (33.33%), P10 (29.16%), P3 (28.57%), P5 (27.77%), P8 (27.58%) et P7 (26.31%) de la station 1. Pour les Brassicaceae, les pivots renfermant le plus d'espèces sont respectivement : P6 (20.00%), P1, P9 (17.64%), P11 (15.38%) et P8 (13.79%) dans la station 1. Les pivots : P7 (10.52%), P11 (07.69%), P3 (07.14%) et P8 (06.89%), sont les pivots dont la famille des Caryophyllaceae est la plus riche en espèces par rapport au reste des pivots toujours dans la première station.

Les Chenopodiaceae sont les plus représentatives respectivement dans la flore des pivots : 11 (23.07%), 5 (22.22%), 3 (21.42%) et 7 (21.05%) de la première station. On note deux pivots seulement dans la station 1 sur 13 pivots où les Fabaceae sont les plus représentées dans la flore ; il s'agit des pivots : P3 (14.28%) et P9 (11.76%).

Les Malvaceae se présentent avec des faibles contributions dans la totalité des pivots les valeurs sont minimales et inférieures à 8% ; P11 et P3 dans la station 1 sont les plus riches en Malvaceae que le reste des pivots. Même chose pour les familles des Poaceae qui sont majoritaires dans les pivots : P13 (14.28%), P18 (10.34%) et P4 (09.52%).

Les familles botaniques communes sont mieux représentées dans la première station, les valeurs de contribution en espèces obtenues pour la station 1 sont bien supérieures à celles enregistrées pour la station 2 jugée moins riche en familles et en espèces adventices.

En deuxième lieu viennent les familles botaniques des Apiaceae et de Polygonaceae présentent dans la quasi-totalité des pivots des deux stations. Pour le reste des familles botaniques, la présence est limitée. Elles ne se présentent que dans quelques pivots seulement.

A noter que, la même famille botanique peut avoir une composition spécifique et générique variable selon les pivots et les stations ; la variabilité spatiale touche donc les deux aspects quantitatif et qualitatif de la richesse.

Les familles les plus dominantes dans la flore inventoriée sont celles des Amaranthaceae, Asteraceae et Brassicaceae les valeurs des richesses spécifiques sont maximales et ce pour la totalité des pivots des deux stations expérimentales. La famille des Poaceae est parmi les familles botaniques les plus contributives également et ce, au sein des pivots 8 (Station 1) et 13 (Station 2).

Pour la variabilité dans l'espace de la richesse en espèces et en genres des familles botaniques constituant la flore des agrosystèmes céréaliers dans la région de Ghardaïa, les résultats dans le tableau 15 indiquent également que les 20 familles botaniques inventoriées au sein des pivots des stations d'étude se répartissent indifféremment. Le nombre et la nature des familles constituant la flore associée aux céréales est fonction des sites expérimentaux.

Tableau 16 - Contribution spécifique des familles botaniques inventoriées au sein des différents pivots de la région de Ghardaïa

Famille botanique	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Amaranthaceae	03.57	02.94	04.00	04.00	03.70	02.70	00	00	00	00	00	04.16
Apiaceae	03.57	02.94	04.00	04.00	11.11	08.10	06.66	10.71	12.50	10.00	08.69	00
Asteraceae	17.85	29.41	24.00	20.00	18.51	21.62	20.00	21.42	33.33	15.00	34.78	41.66
Boraginaceae	03.57	02.94	04.00	00	03.70	02.70	00	03.57	08.33	05.00	08.69	12.50
Brassicaceae	17.85	14.70	16.00	20.00	18.51	13.51	20.00	10.71	08.33	20.83	08.69	12.50
Caryophyllaceae	03.57	02.94	00	00	03.70	02.70	00	00	00	05.00	00	00
Chenopodiaceae	03.57	05.88	04.00	04.00	07.40	10.81	06.66	07.14	08.33	10.00	04.34	00
Cistaceae	00	00	00	00	00	02.70	00	00	00	00	00	00
Convolvulaceae	00	02.94	00	04.00	00	00	00	00	00	00	00	00
Cucurbitaceae	03.57	02.94	04.00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Fabaceae	14.28	08.82	12.00	12.00	11.11	05.40	13.33	07.14	00	00	00	04.16
Liliaceae	00	00	00	00	00	02.70	00	00	00	05.00	00	00
Malvaceae	03.57	05.88	08.00	08.00	07.40	05.40	13.33	07.14	08.33	10.00	08.69	08.33
Poaceae	14.28	08.82	12.00	04.00	03.70	05.40	06.66	10.71	00	15.00	08.69	12.50
Polygonaceae	07.14	02.94	04.00	04.00	03.70	05.40	06.66	07.14	08.33	00	08.69	00
Primulaceae	00	02.94	04.00	04.00	03.70	02.70	06.66	03.57	04.16	00	08.69	00
Rosaceae	03.57	02.94	00	04.00	00	02.70	00	03.57	04.16	00	00	04.16
Rubiaceae	00	00	00	04.00	00	00	00	00	04.16	00	08.69	00
Solanaceae	00	00	00	00	03.70	02.70	00	03.57	00	00	00	00
Zygophyllaceae	00	00	00	04.00	00	02.70	00	03.57	00	00	08.69	00

Comme pour la région d'Ouargla ; on note une famille botanique exclusive à un pivot, il s'agit de la famille des Cistaceae qui n'a été relevée qu'au niveau du pivot 3 au sein de la deuxième station. Le nombre de familles communes est moins important que celui signalé dans les stations d'étude de la région d'Ouargla ; on distingue trois familles botaniques : les Asteraceae, les Brassicaceae et les Malvaceae.

Les pivots P9, P8 et P6 de la station 2 et P2 de la station 1 ; sont les plus riches en espèces appartenant à la famille des Asteraceae, cette dernière est contributive dans la flore totale de ces pivots avec respectivement 41.66%, P8 34.78%, P6 33.33% et 29.41% de l'effectif spécifique total. Pour les Brassicaceae, elles sont majoritaires dans la flore des pivots : P7 (20.83%), P1 et P4 (20.00%) répartis dans la deuxième station. Quant aux Malvaceae, on note leur dominance dans la flore des pivots : P4 (13.33%) et P7 (10.00%) toujours présents dans la deuxième station.

Viennent ensuite les familles botaniques : Apiaceae, Chenopodiaceae et Poaceae en deuxième position selon leur répartition spatiale. Elles sont présentes dans la quasi-totalité des pivots. Leur contribution malgré leur large distribution reste relativement faible ; le reste des familles botaniques constituant la flore associée aux céréales dans la région de Ghardaïa sont bien réparties, elles se présentent dans pas mal de pivots dans les deux stations.

Les familles botaniques : Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Liliaceae et Solanaceae sont à répartition spatiale limitée au sein des deux stations ; le nombre de pivots au sein desquels elles ont été inventoriées ne dépasse pas 3 pivots.

La richesse de la flore inventoriée en Familles botaniques, genres et espèces varient d'un pivot à un autre et d'une station à une autre. Les pivots les plus riches en classes systématiques précédentes sont respectivement : P3 (Station 2), P2 (Station 1), P5 (Station 2), P1 (Station 1) et P3 (Station 2).

A échelle stationnelle, la station 2 est la plus riche en familles botaniques, genres et espèces ; elle renferme 19 familles botaniques contre 15 familles pour la station 1. On note l'absence de la famille des Cucurbitaceae au sein des pivots de la station 2 (Famille caractéristique de la station 1) et l'absence des familles des : Cistaceae, Liliaceae, Rubiaceae, Solanaceae et Zygophyllaceae dans la station 1.

En générale les stations et les pivots de la région de Ghardaïa sont plus riches et diversifiées en familles botaniques, genres et espèces en comparaison avec ceux de la région d'Ouargla. On note également pour cette région l'importance remarquable de la famille des Asteraceae dans les deux stations et la totalité des pivots en comparaison avec les autres familles botaniques recensées.

La comparaison des résultats obtenus à échelle régionale, nous a permis de déterminer la nature des changements de composition en classe systématiques étudiées ci-dessus ayant eu lieu dans nos deux régions d'étude. Le tableau 17 illustre les valeurs de contributions spécifique et générique des différentes familles botaniques inventoriées au sein des régions d'études.

Tableau 17 – Variabilité à échelle régionale des contributions spécifique et générique des familles botaniques inventoriées

Famille botanique	Région 1			Région 2		
	NG	NE	C %	NG	NE	C %
Aizoaceae	01	01	01.69	00	00	00
Amaranthaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Apiaceae	02	03	05.08	02	03	04.83
Asteraceae	08	12	20.33	10	15	24.19
Boraginaceae	02	02	03.38	03	03	04.83
Brassicaceae	07	07	11.86	07	07	11.29
Caryophyllaceae	02	02	03.38	02	02	03.22
Chenopodiaceae	04	05	08.47	04	05	08.06
Cistaceae	00	00	00	01	01	01.61
Convolvulaceae	00	00	00	01	01	01.61
Cucurbitaceae	00	00	00	01	01	01.61
Fabaceae	03	04	06.77	03	04	06.45
Frankeniaceae	01	01	01.69	00	00	00
Liliaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Malvaceae	02	02	03.38	02	02	03.22
Plantaginaceae	01	01	01.69	00	00	00
Poaceae	08	09	15.25	08	09	14.51
Polygonaceae	03	04	06.77	01	02	03.22
Primulaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Rosaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Rubiaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Solanaceae	00	00	00	01	01	01.61
Zygophyllaceae	01	01	01.69	01	01	01.61
Total	50	59	100	52	62	100
Nbr G / Nbr E	84.74			83.87		
Nbr F / Nbr E	32.20			32.25		
Nbr F / Nbr G	38.00			38.46		

La première lecture des résultats ci-dessus, fait ressortir la différence entre les deux régions retenues pour notre étude pour ce qui est nombre et nature de familles botaniques constituant la flore associée aux céréales. Sur le plan quantitatif la différence est négligeable entre les régions, le nombre de familles botaniques recensées est presque le même ; on note 20 familles botaniques pour la région de Ghardaïa contre 19 familles botaniques pour les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla.

Sur le plan qualitatif la différence de composition en familles botaniques est nettement visible entre les deux régions. On distingue des familles exclusives à chaque région et des familles communes aux deux. Trois familles botaniques sont exclusives à la région d'Ouargla ; il s'agit des familles : Aizoaceae, Frankeniaceae et Plantaginaceae. Pour la région de Ghardaïa elle renferme quatre familles botaniques exclusives qui sont celles des : Cistaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae et Solanaceae.

Les familles communes aux deux régions d'étude sont en nombre de 16. Les familles les plus contributives en genres et en espèces sont les mêmes pour les deux régions ; les valeurs des contributions sont très proches. Il s'agit des familles suivantes avec les contributions respectives pour la région 1 et la région 2 suivantes : les Asteraceae (20.33, 24.19), les Poaceae (15.25%, 14.51%) et les Brassicaceae (11.86%, 11.29%). En deuxième lieu viennent les familles des Chenopodiaceae (08.47%, 08.06%), des Fabaceae (06.77%, 06.45%) et des Polygonaceae (06.77%) dans la première station uniquement. La majorité des familles botaniques communes qui restent sont monospécifiques et ce, pour les deux régions d'étude.

Cette ressemblance relative entre les deux régions d'étude en matière du nombre de familles botaniques constituant la flore associée ainsi que le nombre des genres et des espèces constituant chacune d'elles. On note une ressemblance sur le plan qualitative en matière et la nature des familles constituant la flore et la nature des espèces et des genres qui représentent chacune des familles botanique au sein de la flore adventice inventoriée. Exception faite pour les familles botaniques exclusives. La comparaison des indices de diversité générique et spécifique confirme cette ressemblance entre les flores des agrosystèmes céréaliers des deux régions d'étude. On note respectivement pour la région 1 et la région 2 les valeurs suivantes relatives aux : coefficient générique (84.74%, 83.87%), rapport entre familles botaniques et genres (38.00%, 38.46%) et rapport entre familles botaniques et espèces (32.20%, 32.25%).

Pour la variabilité de la composition de la flore au sein du même pivot ; on ne peut pas la distinguer pour les trois classes systématique étudiés à ce niveau. A l'échelle des parcelles on parle de groupes ou associations d'individus appartenant à la même espèce ou à des espèces différentes. Ces assemblages peuvent varier en allant du centre vers la périphérie du pivot en question du fait de l'hétérogénéité de la distribution spatiale des espèces adventices au sein des pivots. Une espèce peut avoir son aire de répartition étendue sur la quasi-totalité du pivot ou réduite et se présenter sous forme d'individus isolés éparpillés de part et d'autre dans le pivot.

Dans notre cas, ce sont les espèces de la famille des Poaceae qui se répartissent par tout dans le pivot et envahissent la quasi-totalité de la superficie emblavée du centre à la périphérie. Dans le cas contraire, on trouve les espèces spontanées et la majorité des espèces exotiques inventoriées qui se répartissent de façon discontinue dans le pivot et se présentent sous forme de petites populations ou communautés localisées dans des endroits à conditions particulières ou exclusivement au niveau de la périphérie comme pour les plantes spontanées.

III.1.1.2. Variabilité de la richesse systématique des classes botaniques

A ce niveau nous avons suivi les changements des proportions des Monocotylédones et des Dicotylédones dans les flores inventoriées. Pour chaque classe botanique nous avons étudié la variabilité dans l'espace du nombre de familles, de genres et d'espèces qui la constituent en allant d'un pivot à un autre et d'une station à une autre dans la même région d'étude.

Dans la région d'Ouargla, les Monocotylédones sont les moins représentées dans la flore associée quel que soit le pivot et quel que soit la station. Les Dicotylédones sont les plus contributives en espèces et en familles botaniques, leur contribution est fortement importante variant entre 83.33% et 94.11% pour les familles botaniques et entre 85.71% et 96.66% pour les espèces. Elle est de 6 à 24 fois plus importante que la contribution des Monocotylédones (Tableau 18).

Tableau 18 – Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région d’Ouargla

Classe	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Monocotylédones													
FB (%)	07.69	05.88	12.50	10.00	11.11	10.00	11.11	15.38	09.09	09.09	12.50	16.67	09.09
G (%)	09.37	08.10	09.09	11.11	06.25	05.00	06.25	16.00	06.25	10.52	09.09	09.09	14.28
E (%)	08.82	07.14	07.14	09.52	05.55	04.00	05.26	13.79	05.88	08.33	07.69	08.00	14.28
Dicotylédones													
FB (%)	92.30	94.11	87.50	90.00	88.88	90.00	88.88	84.61	90.90	90.90	87.50	83.33	90.90
G (%)	90.62	91.89	90.90	88.88	93.75	95.00	93.75	21.00	93.75	89.47	90.90	90.90	85.71
E (%)	91.17	92.85	92.85	90.47	94.44	96.66	94.73	86.20	94.11	91.66	92.30	91.66	85.71
M/D	0.09	0.07	0.07	0.10	0.05	0.04	0.05	0.11	0.06	0.09	0.08	0.04	0.16

FB : Familles Botaniques

G : Genres

E : Espèces

M/D : Rapport entre nombre de Monocotylédones et nombre de Dicotylédones

Le pivot le plus riche en Monocotylédones est le pivot 13 de la deuxième station. Elles contribuent avec 14.28% de l’effectif spécifique total de ce pivot ; suivi respectivement par les pivots P8, P4 et P1 de la première station avec des contributions spécifiques respectives de l’ordre de : 13.79%, 09.52% et 08.82%.

Quant aux Dicotylédones, elles sont les plus contributives en espèces dans tous les pivots sans exception. Elles fournissent dans la flore des pivots prospectés des deux stations plus de 80% de l’ensemble des espèces recensées. La représentativité de cette classe botanique est légèrement plus importante au sein des pivots de la première station où elle atteint son maximum au sein du pivot 6 (96.66%) soit, une proportion 24 fois plus grande que celle des Monocotylédones. La plus faible contribution est signalée pour le pivot 13 de la deuxième station (85.71%) soit, une proportion 6 fois plus grande que celle des Monocotylédones.

Les deux classes ne sont pas forcément présentées par les mêmes espèces ; la nature des espèces qu’elles renferment varie selon les sites prospectés. Le degré de variabilité est fonction de l’échelle spatiale elle est de moins en moins visible en allant de la parcelle vers la station puis la région.

Cette répartition des deux classes botaniques au sein de la flore totale des pivots céréaliers ainsi que la variabilité du rapport entre elles sont les mêmes que pour les sites expérimentaux de la région de Ghardaïa (Tableau 19).

Tableau 19 – Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région de Ghardaïa

Classe	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Monocotylédones												
FB (%)	07.69	06.66	08.33	07.14	07.69	11.76	11.11	07.69	10.00	22.22	09.09	12.50
G (%)	12.00	10.34	13.63	04.54	04.34	10.00	07.14	13.04	05.26	20.05	05.26	13.04
E (%)	14.28	08.82	12.00	04.00	03.70	08.10	06.66	10.71	04.16	20.00	04.34	12.50
Dicotylédones												
FB (%)	92.30	93.33	91.66	92.85	92.30	88.23	88.88	92.30	90.00	77.77	90.90	87.50
G (%)	88.00	89.65	86.36	95.45	95.65	90.00	92.85	86.95	62.06	78.94	94.73	86.95
E (%)	85.71	91.17	88.00	96.00	96.29	91.89	93.33	89.28	95.83	80.00	95.65	87.50
M/D	0.17	0.10	0.14	0.04	0.04	0.09	0.07	0.12	0.04	0.25	0.05	0.14

Comme pour les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla, la flore associée recensée dans les stations de la région de Ghardaïa est à base d'espèces Dicotylédones ; ces dernières contribuent avec plus de 80% dans la totalité des pivots répartis au sein des deux stations expérimentales. Elles sont 4 à 24 fois plus importantes que les Monocotylédones dans la flore associée.

La richesse de la flore en espèces Dicotylédones est maximale au sein du pivot 2 dans la deuxième station (96.29%) soit, une proportion qui est 24 fois plus importante que celle des Monocotylédones. Cette richesse est minimale au sein du pivot 7 toujours dans la station 2 dont la proportion dans la flore est 4 fois seulement plus importante que celles des Monocotylédones, soit une contribution de 80.00%.

Les pivots : P7 (S2), P1 (S1), P9 (S2) et P3 (S1) sont respectivement les pivots dont la classe des Monocotylédones est la plus riche en espèces par rapport aux autres. Les contributions sont comprises entre 20% et 12%.

Pour la variabilité à l'échelle du pivot, les Dicotylédones sont trop localisées et se répartissent de façon hétérogène au sein des parcelles emblavées ; elles se présentent dans certaines parcelles sous formes d'individus isolés et éparpillés et rarement sous forme d'individus groupés sous forme de populations ou de communautés dans d'autres parcelles. Au contraire, les Monocotylédones se répartissent de façon homogène dans le pivot quel que soit la localisation de la parcelle au sein de ce dernier et ce, sous forme de populations de taille importante et étendues sur la quasi-totalité du pivot. Cette variabilité est la même à travers la totalité des pivots prospectés dans la première et la deuxième station.

A échelle stationnelle, la station 1 est la plus riche en espèces Monocotylédones, ces dernières renferment 11.70% de l'effectif spécifique total de la station contre 08.24% pour la station 2. Dans cette dernière, ce sont au contraire les Dicotylédones ayant la valeur de richesse la plus importante (91.76%).

L'étude de la variabilité de la composition de la flore associée en classes botaniques à échelle régionale a fait ressortir la ressemblance des résultats obtenus pour les deux régions d'études (Tableau 20).

Tableau 20 – Variabilité à échelle régionale des contributions spécifique et générique des classes botaniques inventoriées dans la flore associée

Classes	Région 1				Région 2			
	NF	NG	NE	C%	NF	NG	NE	C%
Monocotylédones	02	09	10	16.94	02	09	10	16,12
Dicotylédones	17	41	49	83.05	18	43	52	83,87
Total	19	50	59	100	20	52	62	100
Rapport M/D	0.20				0.19			

Dans les deux régions d'étude, la flore des agrosystèmes céréaliers est à base de Dicotylédones, ces dernières fournissent l'essentiel de familles botaniques, genres et espèces constituant la flore associée. Les contributions spécifiques dans les flores des deux régions sont très proches de l'ordre de 83.05% et 83.87% respectivement pour la première et la deuxième station.

Pour les Monocotylédones, les valeurs de richesses spécifique et générique sont identiques pour les deux régions ; sur le plan qualitatif ce sont les mêmes familles botaniques dans les deux régions qui constituent cette classe botanique. Pour ce qui genres et espèces on note une légère différence dans la nature des espèces appartenant à cette classe entre les deux régions.

Il s'agit de l'espèce *Androcymbium punctatum* de la famille des Liliaceae dans les deux stations et quelques espèces de la famille des Poaceae dont certaines sont communes aux deux régions et d'autres exclusives à chaque région.

En conclusion, on constate qu'il n'existe aucune variabilité de la composition de la flore associée dans les agrosystèmes céréaliers à échelle régionale sur le plan quantitatif quant à l'aspect qualitatif la différence est faible à négligeable.

III.1.1.3. Variabilité de la composition de la flore en groupes biologiques

Dans les tableaux 21 et 22, nous avons illustré la composition en familles botaniques, en genres et en espèces des différents groupes du spectre biologique dans chaque pivot au sein de chaque station.

La comparaison des résultats obtenus, va nous permettre de ressortir les principaux traits de la variabilité spatiale de cette composition à travers les diverses échelles : parcelles, pivots, stations puis régions.

Le spectre biologique de la flore associée dans la région d'Ouargla n'est pas le même pour la totalité des pivots. Le nombre et la nature des groupes biologiques qui le constituent varient sensiblement entre pivots et entre stations expérimentales. Pour les groupes biologiques communs aux plusieurs pivots ou station la composition en familles botaniques, genres et espèces est également variable (Tableau 21).

Tableau 21 – Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région d'Ouargla

Classe	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P1
Chaméphytes													
FB (%)	15.38	17.64	0	10.00	0	10.00	0	0	0	0	0	0	27.27
G (%)	09.37	08.10	0	05.55	0	05.00	0	0	0	0	0	0	10.71
E (%)	08.82	07.14	0	04.76	0	04.00	0	0	0	0	0	0	10.71
Hémicryptophytes													
FB (%)	15.38	05.88	0	10.00	0	0	11.11	07.69	0	09.09	0	0	18.18
G (%)	06.25	02.70	0	05.55	0	0	06.25	04.00	0	05.26	0	0	07.14
E (%)	05.88	02.38	0	04.76	0	0	05.26	03.44	0	04.16	0	0	07.14
Géophytes													
FB (%)	07.69	05.88	12.50	10.00	11.11	10.00	11.11	07.69	09.09	09.09	12.50	08.33	9.09
G (%)	06.25	05.40	09.09	11.11	12.50	10.00	12.50	08.00	12.50	10.52	18.18	09.09	03.57
E (%)	05.88	04.76	07.14	09.52	11.11	08.00	10.52	06.89	11.76	08.33	15.38	08.33	03.57
Nanophanérophytes													
FB (%)	0	0	0	0	0	0	0	07.69	0	0	0	08.33	0
G (%)	0	0	0	0	0	0	0	04.00	0	0	0	04.54	0
E (%)	0	0	0	0	0	0	0	03.44	0	0	0	04.16	0
Thérophytes													
FB (%)	100	88.23	87.50	80.00	88.88	100	77.77	92.30	100	90.90	87.50	91.66	90.90
G (%)	78.12	83.78	90.90	77.77	87.50	85.00	81.25	84.00	87.50	84.21	81.81	86.36	78.57
E (%)	79.41	85.71	92.85	80.95	88.88	88.00	84.21	86.20	88.23	87.50	84.61	87.50	78.57

Le spectre biologique de la première station est constitué de cinq groupes biologiques contre quatre groupes pour la deuxième station. Il s'agit des : Chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes, Nanophanérophytes et Thérophytes. On note l'absence du groupe des Nanophanérophytes dans la flore du 13^{ème} pivot au sein de la deuxième station.

A noter que la deuxième station dans la région d'Ouargla est caractérisée par la représentativité particulière du groupe des Chaméphytes qui fournit 10.71% de l'effectif spécifique totale de la station contre 06.18% comme contribution spécifique dans la flore associée de la première station.

La contribution spécifique du groupe des Hémicryptophytes dans la flore associée est également important au sein de la deuxième station la valeur enregistrée est supérieure à celle signalée pour la première station ; 07.14% des espèces inventoriées au sein de la deuxième station sont des Hémicryptophytes, ces dernières ne représentent que 04.31% de la flore totale de la station 1.

Quant aux Géophytes et Thérophytes, leurs proportions dans la flore totale inventoriée dans la première station sont importantes est supérieures à celles enregistrées pour la flore de la station 2. Les contributions spécifiques dans la flore totale pour les deux groupes et les deux stations sont respectivement : 08.96% et 92.71% contre 03.57% et 78.57%. Les Nanophanérophytes absentes dans la deuxième station, fournissent dans la flore de la station 1, 03.80% de l'ensemble des espèces inventoriées.

En conclusion, on constate sur le plan quantitatif, une variabilité de la richesse en espèces des groupes du spectre biologique en fonction de stations ; les groupes sont mieux riches en espèces et mieux diversifiés au sein de la flore de la station 1.

Sur le plan qualitatif, la nature des groupes biologiques constituant le spectre biologique, la nature des familles botaniques et des espèces constituant les groupes biologiques communs varient légèrement voir de façon négligeable entre les deux stations.

La variabilité du spectre biologique de la flore recensée au sein des céréales d'un pivot à un autre de la même station est importante. La lecture des résultats illustrés dans le tableau 21, montre une grande hétérogénéité de répartition des groupes biologiques entre pivots. Les Géophytes et les Thérophytes sont communes à tous les pivots. La contribution des Géophytes dans la flore est faible à moyenne ; les valeurs enregistrées pour les différents pivots sont proches et comprises entre 04.76% (P2 ; S1) et 15.38% (P11 ; S1). Pour les Thérophytes les contributions spécifiques dans la flore sont importantes pour la totalité des pivots, les valeurs enregistrées sont également proches et comprises entre 78.57% (P13 ; S2) et 92.85% (P3 ; S1).

Les Nanophanérophytes sont absentes dans la majorité des pivots, elles ne se présentent que dans les flores des pivots 8 et 12 dans la station 1. Après les Géophytes et les Thérophytes, viennent les Hémicryptophytes présentes dans la flore de 7 pivots sur 13 en total et ensuite les Chaméphytes relevés dans la flore de 5 pivots sur 13.

La flore associée est la plus riche en groupes biologiques dans les pivots : P1, P2, P4, P8 dans la station 1 et P13 dans la station 2 ; le spectre biologique est constitué de 4 groupes parmi les 5 inventoriés dans l'ensemble des pivots. Cette flore atteint ses niveaux les plus bas de richesse en groupes biologiques dans les pivots : P3, P5, P9 et P11 (Station 1) avec seulement deux groupes biologiques parmi les cinq inventoriés en total, il s'agit des Géophytes et des Thérophytes.

Contrairement aux stations les pivots représentent pour la flore associée aux céréales un espace important de variabilité. Nous avons constaté d'après les résultats que la composition de la flore adventice en groupes biologiques est une caractéristique qui varie selon les pivots sur ses deux aspects quantitatif et qualitatif.

Pour la région de Ghardaïa la variabilité de la composition des flores inventoriées dans les deux stations en groupes biologiques ainsi que la répartition de ces derniers sur les différents pivots retenus et leur composition spécifique sont illustrés dans le tableau 22.

Tableau 22 – Richesse systématique des classes botaniques par pivot dans la région de Ghardaïa

Classe	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Chaméphytes												
FB (%)	07.69	06.66	16.66	07.14	07.69	23.52	00	15.38	00	11.11	09.09	25.00
G (%)	04.00	03.44	09.09	04.54	04.34	13.33	00	08.69	00	05.26	05.26	08.69
E (%)	03.57	02.94	08.00	04.00	03.70	10.81	00	07.14	00	05.00	04.34	08.33
Hémicryptophytes												
FB (%)	23.07	20.00	25.00	14.28	07.69	05.88	11.11	15.38	10.00	22.22	09.09	00
G (%)	12.00	10.34	18.18	09.09	04.34	03.33	07.14	08.69	05.26	10.52	05.26	00
E (%)	14.28	14.70	16.00	08.00	03.70	02.70	06.66	07.14	04.16	10.00	04.34	00
Géophytes												
FB (%)	07.69	13.33	08.33	14.28	07.69	11.76	11.11	07.69	10.00	11.11	09.09	12.50
G (%)	08.00	10.34	04.54	13.63	08.69	10.00	07.14	08.69	05.26	10.52	05.26	04.34
E (%)	07.14	08.82	04.00	12.00	07.40	08.10	06.66	07.14	04.16	10.00	04.34	04.16
Nanophanérophytes												
FB (%)	00	00	00	00	00	05.88	00	00	00	11.11	00	00
G (%)	00	00	00	00	00	03.33	00	00	00	05.26	00	00
E (%)	00	00	00	00	00	02.70	00	00	00	05.00	00	00
Thérophytes												
FB (%)	92.30	93.33	91.66	78.57	92.30	82.35	88.88	84.61	100	88.88	90.90	100
G (%)	76.00	75.86	68.18	72.72	82.60	70.00	85.71	73.91	89.47	68.42	84.21	86.95
E (%)	75.00	73.52	72.00	76.00	85.18	56.75	86.66	78.57	91.66	70.00	86.95	87.50

Le spectre biologique est toujours constitué de cinq groupes biologiques, il s'agit des mêmes groupes recensés dans les pivots de la région d'Ouargla. Le spectre biologique est représenté dans la flore des pivots de la première station par 4 groupes seulement, il s'agit de ceux des : Chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes ; on note pour cette station l'absence des Nanophanérophytes. Au sein de la deuxième station, les cinq groupes biologiques sans exception figurent dans la flore associée.

Au sein de la station 1, le groupe des Hémicryptophytes représente une richesse spécifique particulière en comparaison avec la deuxième station ; ce groupe contribue dans la flore de la station 1 avec 14.99% de l'ensemble des espèces recensées contre seulement 05.18% comme contribution spécifique dans la flore de la station 2.

Pour le reste des groupes biologiques communs, leurs proportions dans les flores des deux stations sont presque les mêmes ; on note respectivement pour S1 et S2 les contributions suivantes : 04.83% et 04.81% pour les Hémicryptophytes ; 06.65% et 7,10% pour les Géophytes ; 73.50% et 79.91% pour les Thérophytes. Les Nanophanérophytes font partie exclusivement du spectre biologique de la station 2, elles sont contributives dans la flore de cette station avec 00.85% de l'effectif spécifique total.

Pour les deux stations, la flore associée à la culture est dominée par les Thérophytes classées en première position suivies par les Hémicryptophytes dans la station 1 et les Géophytes dans la station 2 ; ensuite viennent en troisième position les Géophytes dans la station 1 et les Hémicryptophytes dans la station 2. Les Chaméphytes sont les moins contributives dans la flore pour les deux stations, elles viennent en quatrième position suivie par les Nanophanérophytes en dernière position dans la station 2.

Pour l'étude de la variabilité des spectres biologique entre les deux régions d'étude, nous avons dressé le tableau 23 illustrant l'ensemble des résultats relatifs à chaque région. La comparaison de ces résultats entre région va permettre la mise en évidence l'ensemble des changements s'il y a lieu pouvant affecter la composition de la flore en groupes biologiques.

Tableau 23 – Variabilité régionale de la richesse systématique des groupes biologiques inventoriés dans la flore associée

Classe	Région 1				Région 2			
	NF	NG	NE	C %	NF	NG	NE	C %
Chaméphytes	03	04	04	06.77	05	06	06	09.67
Hémicryptophytes	02	02	02	03.38	03	04	06	09.67
Géophytes	01	02	02	03.38	03	04	04	06.45
Nanophanérophytes	01	01	01	01.69	01	01	01	01.61
Thérophytes	11	41	50	84.74	14	38	45	72.58

Le spectre biologique de la flore adventice des agrosystèmes céréaliers à échelle régionale est toujours à base de cinq groupes biologiques dont celui des Thérophytes est le plus dominant. Dans les deux régions d'étude la proportion est fortement représentative avec une légère supériorité pour la région 1 (Ouargla) où on enregistre une valeur de l'ordre de 84.74% contre 72.58% pour la deuxième région (Ghardaïa).

Le reste des groupes biologiques constituant le spectre biologiques de nos flores associées se présentent dans ces dernières en très faibles proportions négligeables en comparaison avec celle des Thérophytes.

De façon générale, à ce niveau d'étude de la variabilité, nous n'avons enregistré aucune différence significative entre les régions d'étude en matière de composition de la flore en groupes biologiques que ce soit sur le plan qualitatif ou quantitatif.

III.1.1.4. Variabilité des proportions d'origines agroécologiques dans la flore

Les espèces végétales constituant la flore de nos agrosystèmes céréaliers sont de deux provenances totalement différentes ; certaines sont introduites dans nos agrosystèmes après création de ces derniers avec la semence utilisée et d'autres intrants agricoles pouvant jouer le rôle d'introducteurs sans oublier les facteurs naturels d'introduction. D'autres sont venues dans nos agrosystèmes à partir de la couverture végétale naturelle faisait partie du milieu saharien naturel au niveau du quel nos agrosystèmes céréaliers ont été mis en place. Le suivi de l'évolution de ces deux proportions de flore dans l'espace donne pas mal d'indications sur l'état agroécologique de nos agrosystèmes céréaliers.

Dans le tableau 24 sont illustrés les résultats relatifs aux proportions des espèces introduites et spontanées dans les différents pivots des deux stations au sein de la région d'Ouargla.

Tableau 24 – Diversité systématique des origines agroécologiques par pivot dans la région d'Ouargla

Classe	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P1
Introduites (Allochtones)													
FB (%)	76.92	70.58	75.00	70.00	77.77	90.00	88.88	76.92	81.81	72.72	75.00	58.33	69.23
G (%)	62.50	56.75	81.81	66.66	62.50	65.00	62.50	68.00	75.00	63.15	72.72	63.63	57.14
E (%)	64.70	59.52	78.57	66.66	66.66	68.00	68.42	68.96	76.47	66.66	76.92	66.66	57.14
Spontanées (Autochtones)													
F (%)	53.84	52.94	25.00	50.00	44.44	40.00	44.44	46.15	27.27	45.45	25.00	50.00	69.23
G (%)	37.50	43.24	18.18	33.33	37.50	35.00	37.5	32.00	25.00	36.84	27.27	36.36	42.85
E (%)	35.29	40.47	21.42	33.33	33.33	32.00	37.5	31.03	23.52	33.33	23.07	33.33	42.85
S/I	00.55	00.68	00.27	00.50	00.50	00.47	00.55	00.45	00.31	00.50	00.30	00.50	00.55

S : Spontanée

I : Introduite

Pour les deux stations d'étude les espèces allochtones (introduites) sont les plus représentatives dans la flore par rapport aux espèces autochtones (spontanées). Leur contribution dans la flore est de : 76.16% (S1) contre 69.23% (S2) pour les familles botaniques ; 66,68% (S1) contre 57.14% (S2) pour les genres et 69,01% (S1) contre 57.14% (S2) pour les espèces. La station 1 est donc plus riche en espèces allochtones que la station 2, on note une différence de contribution de l'ordre de 11.87%.

Concernant les espèces autochtones (Spontanées), la contribution dans la flore en familles botaniques pour la première et la deuxième station sont respectivement : 42,04% et 69.23% alors que celle en genres est de 33,31% (S1) et 42.85% (S2). 31,46% et 42.85% sont les valeurs de contribution en espèces dans la flore associée des pivots enregistrées respectivement pour S1 et S2.

La station 2 est donc plus riche en espèces autochtones que la station 1 ; ces dernières sont mieux présentées au sein des parcelles emblavées et trouvent leur proportion dans la flore plus proche de celle des exotiques.

Malgré la supériorité des contributions des allochtones dans la flore totale de chaque station, il est à noter que les proportions que présentent les plantes spontanées ne sont pas négligeables, les valeurs indiquées dans le tableau sont relativement acceptables.

La richesse de la flore associée en taxons allochtones (introduits) atteint son maximum au sein des pivots : P3, P11 et P9 de la première station ; leur proportion dans la flore totale est trois fois plus importante que celle des autochtones. Les contributions respectives sont de l'ordre de : 78.57%, 76.92% et 76.47%.

Pour le reste des pivots, les valeurs de richesse de la flore en taxons allochtones sont relativement importantes, elles sont comprises entre 64.70% et 68.96% ; soit une proportion qui est deux fois plus grande que celle des autochtones. P2 (S1) et P13 (S2) sont les pivots dont la richesse de la flore en espèces introduites est la plus faible (59.52%, 57.14%), leur proportion est presque la même que celle des autochtones.

La flore spontanée est majoritaire et se présente en proportion relativement importante et proche de celle de la flore introduite dans les pivots : P13 (S2), P2, P7 et P1 (S1). Les contributions en espèces spontanées dans la flore totale du pivot sont respectivement : 42.85%, 40.47%, 37.50% et 35.29%.

Dans le même pivot la flore spontanée se présente dans l'espace sous forme d'individus isolés très rarement rassemblés en populations de très petite taille répartis de part et d'autre concentrés surtout au niveau des parcelles périphériques et des bords du pivot. Cette répartition est valable pour tous les pivots quel que soit la proportion de la flore spontanée au sein de la flore totale.

Pour la deuxième région d'étude, le tableau 25 récapitule les résultats relatifs à la richesse en classes systématiques des deux flores introduite et spontanée ainsi que le rapport entre leurs proportions dans la flore associée globale de chaque pivot et station.

Tableau 25 – Diversité systématique des origines agroécologiques par pivot dans la région de Ghardaïa

Origine	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Introduites (Allochtones)												
FB (%)	69.23	80.00	83.33	85.71	92.30	82.35	100	84.61	90.00	100	90.90	75.00
G (%)	60.00	62.06	68.18	72.72	82.6	53.33	85.71	69.56	68.42	68.42	68.42	52.17
E (%)	60.71	61.76	72.00	72.00	85.18	59.45	86.66	75.00	70.83	70.00	69.56	54.16
Spontanées (Autochtones)												
FB (%)	53.84	46.66	41.66	28.57	23.07	47.05	22.22	38.46	30.00	44.44	27.27	87.50
G (%)	40.00	37.93	31.81	27.27	17.39	46.66	14.28	30.43	31.57	31.57	31.57	47.82
E (%)	39.28	38.23	28.00	28.00	14.81	40.54	13.33	25.00	29.16	30.00	30.43	45.83
S/I	00.65	00.62	00.39	00.39	00.17	00.68	00.15	00.33	00.41	00.43	00.44	00.85

Comme c'est le cas pour la première région, les agrosystèmes céréaliers des deux stations retenues pour notre étude au sein de la région de Ghardaïa renferment une flore associée à base d'espèces allochtones et d'espèces autochtones dont les proportions sont variables suivant les pivots et les stations.

La flore introduite est majoritaire dans la flore totale des céréales au sein des deux stations d'étude, elle fournit l'essentiel de familles botaniques, de genres et d'espèces par rapport à la flore spontanée. On note de ce fait, une contribution en familles botaniques de 88.99% et 77.52% respectivement pour S2 et S1 ; une contribution en genres respectivement pour S2 et S1 de : 69.04% et 63.41% et respectivement pour S2 et S1 une contribution en espèces allochtones de 71.43% et 64.82%. On constate, après comparaison des valeurs enregistrées pour différentes classes systématiques entre différentes stations, que la deuxième station est plus riche en taxons allochtones que la station 1.

Quant à la flore autochtone, les valeurs de contribution dans la flore totale malgré inférieurs à celles enregistrées pour la flore introduite restent acceptables vue les conditions de cultures qui règnent au sein des pivots céréaliers. Les contributions respectives pour S2 et S1 en différentes classes systématiques sont bien les suivantes : 38.73% et 47.39% (Familles botaniques) ; 30.95% et 36.58% (Genres) et 28.57% et 35.17% (Espèces).

Ces résultats font ressortir que la première station est plus riche en taxons autochtones (64.82%) qu'en taxons allochtones (35.17%) par rapport à la deuxième station dont la flore est constituée de 71.43% d'adventices introduites contre 28.57% d'adventices spontanées ; soit des différences de contribution spécifique entre les deux flores de l'ordre de 29.65% et 42.86% respectivement pour S1 et S2.

Les pivots dont la flore associée est la plus riche en espèces introduites sont P4 et P2 de la deuxième station, les valeurs de contribution spécifique sont maximales et respectivement de l'ordre de : 86,66% et 85,18% soit des proportions de flore adventice exotique qui sont 6 et 5 fois plus importantes que celle des adventices spontanées soit des différences de contributions de 73.33% et 70.37%.

La flore associée la moins riche en espèces allochtones est bien celle inventoriée dans les pivots dont les valeurs enregistrées de contribution dans l'effectif spécifique total sont les plus faibles ; il s'agit du pivot 9 (54.16%) et du pivot 3 (59.45%) de la deuxième station les proportions des deux flores introduites et spontanée sont trop proches et presque identiques (soit une différence de contribution en espèces de 08.33% et 18.91%).

A l'échelle des pivots la flore adventice des céréales enregistre des modifications d'importances différentes touchant l'aspect quantitatif de sa richesse en classes systématiques. Quant à l'aspect qualitatif, la nature des classes systématiques est une caractéristique presque stable dont les changements suivant les pivots sont faibles à négligeables.

A l'échelle régionale, l'étude de la variabilité spatiale de cette flore en matière de sa composition en espèces introduites et spontanées est faite à partir des résultats illustrés dans le tableau 26.

Tableau 26 – Variabilité régionale de la richesse systématique des origines agroécologiques inventoriées dans la flore associée

Origine	Région 1				Région 2			
	NF	NG	NE	C%	NF	NG	NE	C%
Introduites (Allochtones)	11	30	36	61	13	29	35	56
Spontanées (Autochtones)	11	22	23	39	11	23	27	44
Rapport S/I	00.63				00.78			

La lecture du tableau ci-dessus fait ressortir une certaine ressemblance entre les deux régions d'étude en ce qui concerne les proportions des deux flores, spontanée et introduite, dans la flore associée totale.

Dans la flore globale de la première région, la contribution des flores spontanée et introduite en familles botaniques est la même (11 Familles botaniques) ; pour la contribution en genres et en espèces, la flore introduite est la plus contributive. Dans les agrosystèmes de la deuxième région, la flore allochtone est la plus contributive dans la flore globale quelle que soit la classe systématique (familles, genres et espèces).

La première région d'étude est la plus riche en espèces et en genres appartenant à la flore introduite contrairement à la deuxième station dont les résultats obtenus reflètent sa représentativité en matière du nombre de familles botaniques constituant la flore allochtone. La différence entre les contributions des deux flores dans l'effectif spécifique totale de la flore globale est la plus faible au sein de la deuxième région où on trouve que les deux flores présentent des valeurs de contributions proches.

III.1.2. Variabilité des caractéristiques quantitatives

Le suivi des changements pouvant toucher les caractéristiques quantitatives de la flore associée dans nos agrosystèmes céréaliers est une étape importante permettant à travers ses résultats de comprendre comment cette flore se comporte par le biais de ses composantes vis-à-vis des variations des conditions de milieu pouvant avoir lieu à différentes échelles toujours d'observation (parcellaires jusqu'à régionale).

III.1.2.1. Variabilité de la Richesse et de la Diversité spécifiques

A travers les valeurs de richesse et de diversité spécifiques (Moyennes et Maximales) des flores inventoriées dans les différents pivots des deux stations de la région (Tableau 27) nous allons essayer de déterminer les principaux traits de la variabilité de ces deux caractéristiques quantitatives de la flore à l'échelle du pivot et de la station.

Tableau 27 – Richesse et diversité spécifiques de la flore des pivots de la région d'Ouargla

Indices	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
S	36	49	15	25	19	28	19	32	19	26	13	27	31
S _m	06	09	04	05	04	05	04	05	05	06	04	05	05
H'	01.17	01.40	00.83	01.09	01.14	01.12	01.15	01.11	01.00	00.98	00.87	01.19	01.15
H _{max}	04.32	04.92	03.19	03.94	03.66	04.04	03.55	04.21	04.05	03.53	03.05	03.95	04.29
R	00.27	00.29	00.23	00.30	00.30	00.25	00.28	00.26	00.24	00.21	00.25	00.26	00.27

Richesse totale (S)

Richesse moyenne (S_m)

Diversité moyenne (H')

Diversité maximale (H_{max})

Équitabilité (R)

Les valeurs de richesse et de diversité de la flore inventoriée ne sont pas dépendants, de ce fait le site expérimental (pivot, station) dont la flore est la plus riche en taxons n'est pas forcément celui dont la flore est la plus diversifiée. Selon les résultats obtenus, on constate que la flore de la deuxième station est plus riche en taxons et plus diversifiée que la première station. Les valeurs d'indices de richesse et de diversité obtenus pour cette station sont bien plus importantes que ceux enregistrés pour la flore de la première station. Pour ce qui est l'indice d'équitabilité les valeurs obtenues pour les deux stations sont très proches (00.26, S1) et (00.27, S2).

La lecture du tableau 27 montre une variabilité de la richesse spécifique entre pivots de la même station et de stations différentes. Elle atteint son maximum au sein de la flore du pivot 2 (Richesse totale : 42 ; Richesse moyenne : 9) de la station 1 et elle est minimale pour la flore du pivot 11 (Richesse totale : 13 ; Richesse moyenne : 4) et du pivot 3 (Richesse totale : 14 ; Richesse moyenne : 4) de la même station. Les pivots P1, P8 (S1) et P13 (S2) sont également caractérisés par une flore assez riche ; elle renferme respectivement 34, 29 et 28 espèces soit une richesse moyenne de 5.

Les taxons inventoriés au sein de la flore associée sont mieux diversifiés dans la flore du pivot 2 de la première station ; les valeurs de diversité moyenne et maximale sont respectivement de 01.40 et 04.92 ; cette diversité devient minimale au sein du pivot 3 qui représente la valeur la plus faible de diversité moyenne (00.83). Le pivot 11 de la station 1 enregistre la diversité maximale la plus minime : 03.05.

La richesse spécifique et la diversité de la flore associée changent de valeur en passant d'un pivot à un autre, elles fluctuent entre 17 et 25 (Richesse spécifique moyenne) et entre 00.98 et 01.19 (Diversité spécifique moyenne).

La flore recensée au sein des deux stations d'étude de la région de Ghardaïa montre également une variabilité des valeurs de richesse et de diversité spécifique entre stations et pivots céréaliers. Les résultats de calculs des différents indices de richesse et diversité floristiques sont illustrés dans le Tableau 28.

Tableau 28 – Richesse et diversité spécifiques de la flore des pivots de la région de Ghardaïa

Indices	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
S	28	34	25	25	27	37	15	28	24	20	23	24
S_m	07	07	04	04	04	07	03	04	04	04	02	04
H'	01.09	01.13	01.05	01.18	01.24	01.23	00.82	00.73	00.83	00.98	00.62	01.01
H_{max}	04.16	04.04	03.82	04.03	03.95	04.48	03.08	03.32	03.16	03.64	02.32	03.74
R	00.26	00.28	00.26	00.29	00.38	00.27	00.27	00.28	00.16	00.26	00.28	00.26

Les richesses totale et moyenne de la flore associée en espèces adventices sont maximales pour la première station ; on note respectivement des richesses de 29 et 6 espèces contre 24 et 4 espèces seulement pour la deuxième station. Dans ce cas ; la flore la plus riche en espèces et également celle dont les taxons relevés sont les plus diversifiés ; on note de ce fait des diversités moyenne et maximale de l'ordre de 01.09 et 04.01 pour la station 1 contre 00.96 et 03.52 pour la station 2. L'indice d'équitabilité est le même pour les deux stations expérimentales (00.27).

Le plus grand nombre d'espèces adventices relevés dans la flore associée totale et d'espèces contactées par relevé est celui enregistré pour le pivot 3 de la deuxième station (37.07) ; suivi par celui enregistré pour le pivot 2 de la première station (34.70). Pour le reste des pivots les valeurs de richesse et de diversité sont moyennes à faibles ; elles sont minimales pour le pivot 4 où le nombre d'espèces constituant sa flore totale est seulement de l'ordre de 15 alors que celles contactées à chaque relevé est de 3 espèces.

Les taxons les plus diversifiés sont ceux recensés dans la flore des pivots 2 et 3 de la deuxième station, les valeurs de diversité moyenne respectives sont 01.24 et 01.23. Les valeurs de diversité et de richesse sont indépendantes ; les pivots signalés pour notre cas les plus riches en espèces ne sont pas ceux dont la flore est la plus diversifiée. Quant à l'équitabilité les valeurs sont très proches variant entre 00.26 et 00.29 pour la totalité des pivots exception faite pour le pivot 6 de la deuxième station caractérisé par une équitabilité minimale de 00.16 et le pivot 2 avec une équitabilité maximale de 00.38.

En passant au suivi à l'échelle régionale, on constate que les valeurs supérieures de richesse moyenne, diversité moyenne et diversité maximale sont enregistrées pour la flore associée des agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla. Les indices d'équitabilité et de Richesse totale sont au contraire majoritaires pour la région de Ghardaïa (Tableau 29).

Tableau 29 – Variabilité régionale de la richesse et de la diversité spécifiques de la flore associée aux céréales

Indices	Région 1	Région 2
Richesse totale (S)	23.69	25.83
Richesse moyenne (S_m)	05.15	04.50
Diversité moyenne (H')	01.09	00.99
Diversité maximale (H_{max})	03.90	03.65
Equitabilité (R)	00.26	00.27

La supériorité d'une région par rapport à l'autre par rapport à un ou plusieurs indices reste relative, les différences ne sont pas assez importantes et les valeurs enregistrées sont plus ou moins proche selon l'indice calculé.

III.1.2.2. Variabilité de l'indice d'Abondance/Dominance (Recouvrement)

Le suivi de la variabilité de cet indice écologique, relatif aux espèces recensées, concerne les valeurs enregistrées pour les espèces communes à tous les pivots et à toutes les stations de la même région et celles communes aux deux régions d'étude par la suite.

Le tableau 30, regroupe les indices d'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla.

Tableau 30 – Indice d'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla

Espèces	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
SP1	1	+	r	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
SP2	1	r	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2
SP3	2	2	5	2	3	3	3	3	5	1	1	2	2
SP4	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3
SP5	2	2	2	4	1	2	2	2	2	2	2	2	3
SP6	r	2	1	r	2	1	1	2	1	1	r	1	2
SP7	1	1	1	1	r	r	r	1	r	1	1	2	+
SP8	2	1	2	1	2	2	3	2	1	r	1	2	2
SP9	1	2	1	2	1	1	1	1	r	2	1	r	+
SP10	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	+
SP11	r	2	r	1	1	1	1	2	r	2	2	2	+

SP1 : *Atriplex dimorphostegia*, SP2 : *Beta vulgaris*, SP3 : *Bromus madritensis*, SP4 : *Chenopodium album*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Malva parviflora*, SP7 : *Oudneya africana*, SP8 : *Polygonum aviculare*, SP9 : *Sonchus asper*, SP10 : *Sonchus oleraceus*, SP11 : *Spergularia salina*

La comparaison des valeurs d'indice d'Abondance/Dominance enregistrées pour chaque espèce au sein des agrosystèmes céréaliers des deux stations d'étude, montre que la totalité des espèces inventoriées changent d'abondance entre stations. La variabilité de l'indice d'Abondance/Dominance est plus ou moins importante selon l'espèce.

Les espèces les plus abondantes et dominantes dans les agrosystèmes céréaliers de la première station : *Bromus madritensis*, *Chenopodium album*, *Chenopodium mural* et *Polygonum aviculare* ; changent leur Abondance/Dominance au sein de la deuxième station de telle façon que les espèces *Bromus madritensis* (3) et *Polygonum aviculare* (2) deviennent moins abondantes et trouvent leur Abondance/Dominance diminuée ($A/D = 2, +$). Les espèces *Chenopodium album* (2), *Chenopodium mural* (2) au contraire sont plus abondante et dominantes au sein de la flore des agrosystèmes céréaliers de la station 2 ($A/D = 3$).

Les espèces : *Atriplex dimorphostegia*, *Beta vulgaris*, *Malva parviflora*, caractérisées par une faible Abondance/Dominance dans la première station sont devenues plus abondantes dans la deuxième station ; leur indice d'Abondance/Dominance est passé de 1 à 2. Les espèces : *Oudneya africana*, *Sonchus asper* et *Sonchus oleraceus* sont au contraire devenues moins abondantes dans la flore de la deuxième station, l'indice d'Abondance/Dominance est passée de 1 à +. *Polygonum aviculare* a gardé la même Abondance/Dominance dans les deux stations.

Au sein des pivots, *Bromus madritensis*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Malva parviflora*, *Oudneya africana* et *Polygonum aviculare* sont les espèces les plus dominantes et abondantes dans la majorité des pivots ; les valeurs d'Abondance/Dominance maximales sont enregistrées pour *Bromus madritensis* (allant jusqu'à 5).

Les espèces sont de deux catégories selon l'importance de la variabilité de leur Abondance/Dominance ; des espèces plus ou moins stables ayant une Abondance/Dominance de faible variabilité (*Atriplex dimorphostegia*, *Beta vulgaris*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale* et *Oudneya africana*) et le reste des espèces communes qui présentent des fluctuations plus ou moins importantes d'indice d'Abondance/Dominance.

Dans la région de Ghardaïa, la majorité des espèces communes aux deux stations et aux pivots retenus au sein de ces dernières changent leur indice d'Abondance/Dominance entre stations. Pour le peu d'espèces qui restent, les valeurs d'indice d'Abondance/Dominance sont les mêmes dans les deux stations expérimentales (Tableau 31), il s'agit des espèces : *Anagallis arvensis*, *Chenopodium murale*, *Launaea glomerata*, *Malva parviflora*, *Megastoma pusillum*, et *Sinapis arvensis*.

Tableau 31 – Indice d'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Espèces	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
SP1	2	2	r	1	r	r	r	r	2	r	1	r
SP2	2	3	1	3	2	2	1	r	1	1	r	1
SP3	3	2	2	r	r	1	r	2	1	2	r	1
SP4	1	2	2	2	2	2	4	3	4	4	3	3
SP5	1	2	1	1	2	1	1	1	r	r	1	1
SP6	1	2	1	1	2	2	r	2	2	1	r	1
SP7	r	2	r	r	r	r	1	r	1	r	r	r
SP8	2	2	2	2	2	1	r	1	r	2	1	r
SP9	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	r
SP10	r	1	1	r	1	r	r	r	2	r	1	r
SP11	2	2	2	2	2	1	r	1	1	1	r	1
SP12	2	2	1	2	2	1	r	2	1	1	r	1
SP13	r	1	1	r	r	r	r	1	r	r	1	r
SP14	2	1	2	2	1	r	2	1	2	1	r	2
SP15	r	2	2	2	1	1	r	2	r	2	r	r
SP16	1	1	2	r	r	r	1	r	1	1	1	1
SP17	1	2	2	r	1	r	r	r	2	r	r	r

SP1 : *Anacyclus cyrtolepidioides*, SP2 : *Anagallis arvensis*, SP3 : *Beta vulgaris*, SP4 : *Bromus madritensis*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Daucus carota*, SP7 : *Launaea glomerata*, SP8 : *Lavatera critica*, SP9 : *Malva parviflora*, SP10 : *Megastoma pusillum*, SP11 : *Melilotus indica*, SP12 : *Melilotus infesta*, SP13 : *Oudneya Africana*, SP14 : *Polygonum aviculare*, SP15 : *Rapistrum rugosum*, SP16 : *Sinapis arvensis*, SP17 : *Sonchus asper*

Anagallis arvensis, *Bromus madritensis* et *Malva parviflora* sont les espèces jugées les plus abondantes et dominantes dans les deux stations à la fois. Le reste des espèces présentent des valeurs d'Abondance/Dominance faibles à négligeables. *Launaea glomerata* et *Megastoma pusillum* sont les espèces les moins abondantes et dominantes dans les deux stations, elles sont dans les flores des deux stations jugées des espèces rares (r).

Anacyclus cyrtolepidioides, *Beta vulgaris*, *Lavatera critica*, *Melilotus indica*, *Melilotus infesta*, *Oudneya Africana*, *Polygonum aviculare*, *Rapistrum rugosum* et *Sonchus asper* sont plus dominantes dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la première station, leur abondance diminue au sein de la flore de la deuxième station. *Bromus madritensis* et *Daucus carota* au contraire sont plus dominantes dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la deuxième station et elles deviennent moins abondantes et dominantes au sein de la flore des céréales de la première station.

L'Abondance/Dominance des espèces communes change également entre pivots ; la majorité d'entre elles présentent une grande variabilité de la valeur de leur indice qui fluctue significativement en atteignant des valeurs extrêmes dans des pivots et des valeurs moyennes dans d'autres.

Pour *Launaea glomerata*, *Malva parviflora*, *Megastoma pusillum* et *Oudneya Africana* l'intervalle de fluctuation de l'Abondance/Dominance est réduite et les valeurs de l'indice sont plus ou moins stables dans l'espace.

Pour la variabilité à l'échelle des régions, les données à la base de son étude sont récapitulées dans le tableau 32.

Tableau 32 – Variabilité régionale de l'Abondance/Dominance des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers

Espèces	A/D		Espèces	A/D	
	R1	R2		R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	r	2	<i>Malcolmia africana</i>	r	1
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	r	1	<i>Malva parviflora</i>	r	2
<i>Anagallis arvensis</i>	r	2	<i>Megastoma pusillum</i>	2	r
<i>Androcymbium punctatum</i>	r	r	<i>Melilotus indica</i>	2	2
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	1	1	<i>Melilotus infesta.</i>	1	2
<i>Bassia muricata</i>	r	r	<i>Neurada procumbens</i>	r	r
<i>Beta vulgaris</i>	2	2	<i>Oudneya Africana</i>	1	r
<i>Bromus madritensis</i>	3	3	<i>Phalaris paradoxa</i>	1	1
<i>Calendula aegyptiaca</i>	r	1	<i>Pholiorus incorvus</i>	1	1
<i>Calendula bicolor</i>	1	2	<i>Poa trivialis</i>	2	2
<i>Carthamus eriocephalus</i>	r	r	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	r	1
<i>Centaurea microcarpa</i>	r	1	<i>Polygonum aviculare</i>	1	2
<i>Chenopodium album</i>	1	1	<i>Rapistrum rugosum</i>	r	1
<i>Chenopodium murale</i>	2	1	<i>Rubia perigrina</i>	r	1
<i>Cotula cinerea</i>	r	1	<i>Scandix hispanicus</i>	r	r
<i>Cynodon dactylon</i>	2	2	<i>Scandix pecten - veneris</i>	r	r
<i>Daucus carota</i>	2	2	<i>Senecio vulgaris</i>	1	r
<i>Diploaxis harra</i>	r	r	<i>Sinapis arvensis</i>	1	1
<i>Echium humile</i>	r	r	<i>Sonchus asper</i>	r	1
<i>Launaea glomerata</i>	r	r	<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1
<i>Launaea resedifolia</i>	r	1	<i>Sphenopus divaricatus</i>	3	1
<i>Lavatera critica</i>	r	2	<i>Suaeda fruticosa</i>	1	r
<i>Lolium multiflorum</i>	1	4	<i>Zygophyllum album</i>	1	r

La majorité des espèces communes aux deux régions d'études ont un indice d'Abondance/Dominance très faible compris pour la plus part entre : r et 1. Les espèces ayant une Abondance/Dominance moyenne sont très peu nombreuses ; elles sont en nombre de 6 pour la première station et 13 pour la deuxième. *Bromus madritensis* est l'espèce la plus dominante et abondante dans la flore de la première et la deuxième station avec un indice d'Abondance/Dominance de l'ordre de 3. Dans la deuxième station l'espèce *Lolium multiflorum* est également dominante dans la flore ; elle enregistre un indice d'Abondance/Dominance maximal de l'ordre de 4.

Sur les 46 espèces communes, 21 espèces ont la même Abondance/Dominance dans les deux régions d'étude. Les espèces de la majeure partie de la flore qui reste changent d'Abondance/Dominance entre les deux régions d'étude : les espèces rares dans la flore de la première région deviennent plus abondantes dans celle de la deuxième région. Les autres espèces sont au contraire devenues plus rares dans la deuxième région comme c'est le cas pour : *Megastoma pusillum* et *Sphenopus divaricatus*.

L'intervalle de variabilité est réduite pour certaines et relativement importante pour d'autres, comme c'est le cas des espèces : *Amaranthus hybridus*, *Anagallis arvensis*, *Lavatera critica* et *Lolium multiflorum* qui trouvent leur Abondance/Dominance augmentée de 2 à 3 fois et *Sphenopus divaricatus* qui est devenue deux fois moins abondante.

III.1.2.3. Variabilité de l'indice de Sociabilité

L'aptitude des individus d'une espèce à se regrouper en populations ou en communautés avec d'autres espèces est une caractéristique pouvant changer en fonction des conditions physiques du milieu environnant. Nous avons essayé de suivre la variabilité de cette aptitude en comparant les valeurs de l'indice de sociabilité obtenus pour une même espèce au sein des différents pivots et stations d'étude des deux régions d'étude. Les résultats relatifs à cet indice pour la région d'Ouargla et de Ghardaïa sont illustrés respectivement dans les tableaux 33 et 34.

Selon le tableau 33, la majorité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla ont un faible indice de sociabilité. Il s'agit dans la majorité des pivots et des stations d'espèces réparties sous forme de peuplements trop claires ouverts à extrêmement ouverts.

Cette faible aptitude de rassemblement des espèces de notre région est-elle une caractéristique stable ou bien elle peut varier au sein des pivots et des stations expérimentales ?

Tableau 33 – Indice de Sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla

Espèces	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
SP1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
SP3	3	2	2	5	3	4	3	3	4	3	2	1	2
SP4	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2
SP5	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1
SP6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
SP7	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP8	1	3	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1
SP9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
SP10	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1
SP11	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

SP1 : *Atriplex dimorphostegia*, SP2 : *Beta vulgaris*, SP3 : *Bromus madritensis*, SP4 : *Chenopodium album*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Malva parviflora*, SP7 : *Oudneya africana*, SP8 : *Polygonum aviculare*, SP9 : *Sonchus asper*, SP10 : *Sonchus oleraceus*, SP11 : *Spergularia salina*

Seule l’espèce *Bromus madritensis* est caractérisée par un indice de sociabilité important compris entre 2 et 5 en fonction des stations et des pivots ; elle est la plus sociable des espèces dans la majorité des pivots (P1, P4, P5, P6, P7, P8, P9 et P10 de la première station). Elle se présente sous forme de peuplements monospécifiques très denses fermes continus sur de grandes étendues au sein des pivots. Pour le reste des espèces les valeurs sont très faibles égales à 1 dans la plus part des pivots et stations et tendent à augmenter légèrement dans certains cas pour atteindre la valeur 2 chez certaines espèces (Genre *Chenopodium*, *Polygonum aviculare*, *Sonchus oleraceus* et *Spergularia salina*).

En générale, les espèces tendent à se regrouper beaucoup plus au sein des pivots de la première station contrairement aux pivots de la deuxième station.

Dans les pivots répartis au sein des stations expérimentales retenues dans la région de Ghardaïa, les espèces présentent la même tendance que celle signalée chez la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla. La quasi-totalité des espèces communes ont une faible aptitude à se regrouper et ce, dans les flores de tous les pivots des deux stations d’étude (Tableau 34).

Tableau 34 – Indice de Sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Espèces	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
SP1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP2	2	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
SP3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP4	2	2	2	2	2	2	4	3	4	4	4	5
SP5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP6	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
SP7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP8	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
SP9	2	1	2	1	1	1	3	2	3	1	2	1
SP10	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP11	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SP12	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SP13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP14	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SP15	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
SP16	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

SP1 : *Anacyclus cyrtolepidioides*, SP2 : *Anagallis arvensis*, SP3 : *Beta vulgaris*, SP4 : *Bromus madritensis*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Daucus carota*, SP7 : *Launaea glomerata*, SP8 : *Lavatera critica*, SP9 : *Malva parviflora*, SP10 : *Megastoma pusillum*, SP11 : *Melilotus indica*, SP12 : *Melilotus infesta*, SP13 : *Oudneya Africana*, SP14 : *Polygonum aviculare*, SP15 : *Rapistrum rugosum*, SP16 : *Sinapis arvensis*, SP17 : *Sonchus asper*

Bromus madritensis est l'espèce la plus sociable dans la flore adventice des pivots des deux stations de la région de Ghardaïa. Les valeurs maximales de l'indice de sociabilité sont enregistrées au sein de la flore des pivots P4, P5, P6, P7, P8 et P9 dans la deuxième station.

Pour le reste des espèces les valeurs sont comprises entre 1 et 2 dans la totalité des pivots à l'exception de certains cas où certaines espèces trouvent leur indice de sociabilité augmenté à 3 comme c'est le cas des espèces : *Anagallis arvensis* (P2 : S1), *Beta vulgaris* (P1 : S1) et *Malva parviflora* (P4 et P6 : S2).

La variabilité de l'indice de sociabilité des espèces associées aux céréales s'effectue à différentes échelles spatiales y compris celle régionale (entre régions d'étude). L'importance de cette variabilité est étudiée à travers l'analyse des résultats obtenus au sein des deux régions Ouargla et Ghardaïa Bien illustrés dans le tableau 35.

Tableau 35 – Variabilité régionale de l'indice de sociabilité des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers

Espèces	Sociabilité		Espèces	Sociabilité	
	R1	R2		R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	+	2	<i>Malcolmia africana</i>	+	+
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	+	1	<i>Malva parviflora</i>	1	1
<i>Anagallis arvensis</i>	+	2	<i>Megastoma pusillum</i>	1	1
<i>Androcymbium punctatum</i>	1	+	<i>Melilotus indica</i>	2	1
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	1	+	<i>Melilotus infesta.</i>	1	2
<i>Bassia muricata</i>	+	+	<i>Neurada procumbens</i>	+	1
<i>Beta vulgaris</i>	1	2	<i>Oudneya Africana</i>	+	1
<i>Bromus madritensis</i>	3	3	<i>Phalaris paradoxa</i>	1	1
<i>Calendula aegyptiaca</i>	+	1	<i>Pholiorus incorvus</i>	1	+
<i>Calendula bicolor</i>	1	1	<i>Poa trivialis</i>	2	1
<i>Carthamus eriocephalus</i>	1	+	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	+	1
<i>Centaurea microcarpa</i>	+	1	<i>Polygonum aviculare</i>	1	1
<i>Chenopodium album</i>	2	+	<i>Rapistrum rugosum</i>	+	1
<i>Chenopodium murale</i>	2	+	<i>Rubia perigrina</i>	1	+
<i>Cotula cinerea</i>	+	1	<i>Scandix hispanicus</i>	+	+
<i>Cynodon dactylon</i>	1	2	<i>Scandix pecten - veneris</i>	+	+
<i>Daucus carota</i>	1	2	<i>Senecio vulgaris</i>	1	+
<i>Diplotaxis harra</i>	+	1	<i>Sinapis arvensis</i>	1	1
<i>Echium humile</i>	+	+	<i>Sonchus asper</i>	+	1
<i>Launaea glomerata</i>	1	1	<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1
<i>Launaea resedifolia</i>	+	1	<i>Sphenopus divaricatus</i>	3	+
<i>Lavatera critica</i>	+	2	<i>Suaeda fruticosa</i>	1	+
<i>Lolium multiflorum</i>	1	3	<i>Zygophyllum album</i>	1	+

A échelle régionale, l'aptitude à vivre dans les agrosystèmes céréaliers en peuplements est faible à très faible (Indice de sociabilité de + à 1) pour la plus part des espèces communes inventoriées dans les agrosystèmes céréaliers au sein des deux régions d'étude. La majorité de ces espèces changent de sociabilité entre régions en devenant plus sociables ou au contraire en devenant plus isolées. 13 espèces seulement sur 46 espèces communes ont le même indice de sociabilité dans les deux régions.

Bromus madritensis est la seule espèce ayant une forte sociabilité dans la flore associée des deux régions d'étude. Les espèces dont l'aptitude à se regrouper est importante au sein de la flore d'une seule région, sont :

1/ Dans la flore de la première région les espèces : *Sphenopus divaricatus* avec un indice de sociabilité qui égale à 3, *Chenopodium album*, *Chenopodium mural*, *Melilotus indica* et *Poa trivialis* avec un indice de sociabilité qui égale à 2.

2/ Dans la deuxième région les espèces : *Amaranthus hybridus*, *Anagallis arvensis*, *Beta vulgaris*, *Cynodon dactylon*, *Daucus carota*, *Lavatera critica* et *Melilotus indica* ayant un indice de sociabilité de l'ordre de 2 et *Lolium multiflorum* avec un indice de sociabilité qui égale à 3.

III.1.2.4. Variabilité des fréquences des espèces communes

Deux indices de fréquence d'espèces sont retenus pour notre étude, la fréquence d'occurrence (Centésimale) et la Contribution spécifique de présence. Deux indices qui déterminent l'importance de chaque espèce dans la flore totale dont elle fait partie en matière de répartition dans l'espace et au sein de relevés. L'étude de la variabilité de la fréquence des adventices dans l'espace est une étape nécessaire pour tout projet de suivi de la flore pour un objectif de gestion ou de contrôle.

III.1.2.4.1. Variabilité de la fréquence d'occurrence et de constance des espèces communes

Les fréquences d'occurrence calculées pour chaque espèce commune au niveau des différents pivots et stations d'étude dans la région d'Ouargla sont illustrées dans le tableau 36. La lecture des données quantitatives et qualitatives ci-dessous fait ressortir que la fréquence d'occurrence des espèces constituant la flore des deux stations n'est pas stable ; elle varie entre les stations et les pivots. Une même espèce peut avoir plusieurs occurrences elle peut passer d'une espèce très peu fréquente à une espèce très fréquente en changeant la station ou le pivot et au contraire.

Les espèces inventoriées dans la flore associée de la première et la deuxième station se répartissent sur cinq classes d'occurrence : Espèces Accessoires, Espèces Accidentelles, Espèces Régulières, Espèces Constantes et Espèces Omniprésentes. On note pour les deux stations l'absence des espèces rares. Les proportions de ces classes dans la flore varient selon la station et selon le pivot.

Tableau 36 – Fréquence d’occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla

Espèce	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
SP1	20.83	23.55	24.99	33.63	20.83	52.08	25.00	37.50	29.60	20.83	81.25	70.83	22.75
	Accid	Accid	Acccid	Acces	Accid	Rég	Acces	Acces	Acces	Accid	Cnst	Rég	Accid
SP2	47.91	39.58	54.16	93.75	79.16	58.33	100	85.41	70.83	75.00	85.41	45.83	83.08
	Acces	Acces	Rég	Cnst	Cnst	Rég	Ompr	Cnst	Rég	Cnst	Cnst	Acces	Cnst
SP3	60.41	95.83	100	100	100	81.25	62.50	100	100	100	100	78.50	100
	Rég	Cnst	Ompr	Ompr	Ompr	Cnst	Rég	Ompr	Ompr	Ompr	Ompr	Cnst	Ompr
SP4	100	95.83	75.00	50.00	37.50	13.08	50.00	77.08	12.50	13.08	79.17	45.83	100
	Ompr	Cnst	Cnst	Rég	Acces	Accid	Rég	Cnst	Accid	Accid	Cnst	Acces	Ompr
SP5	100	100	91.66	100	79.16	62.5	100	85.41	79.16	100	89.58	95.83	100
	Ompr	Ompr	Cnst	Ompr	Cnst	Rég	Ompr	Cnst	Cnst	Ompr	Cnst	Cnst	Ompr
SP6	18.75	85.41	45.83	28.27	79.16	58.33	70.83	66.75	62.49	16.66	25.00	50.00	43.75
	Accid	Cnst	Acces	Accid	Cnst	Rég	Rég	Rég	Rég	Accid	Acces	Rég	Acces
SP7	52.08	66.66	23.33	28.87	13.08	12.50	12.50	50.00	16.66	70.83	60.42	91.67	21.27
	Rég	Rég	Accid	Acces	Accid	Accid	Accid	Rég	Accid	Rég	Rég	Cnst	Accid
SP8	100	31.24	91.66	50.59	100	79.16	56.25	75.00	62.50	49.59	08.33	08.33	52.08
	Ompr	Acces	Cnst	Rég	Ompr	Cnst	Rég	Cnst	Rég	Acces	Accid	Accid	Rég
SP9	47.91	95.83	23.33	23.33	25.00	81.25	37.50	77.08	08.33	08.33	45.83	70.83	82.5
	Acces	Ompr	Accid	Accid	Acces	Cnst	Acces	Cnst	Accid	Accid	Acces	Rég	Cnst
SP10	47.91	100	33.33	80.06	25.00	100	68.75	100	12.49	100	89.58	70.83	58.33
	Acces	Ompr	Acces	Cnst	Acces	Ompr	Rég	Ompr	Accid	Ompr	Cnst	Rég	Rég
SP11	47.91	89.58	16.66	28.57	58.33	25.00	29.16	95.83	12.49	100	89.58	91.67	100
	Acces	Cnst	Accid	Acces	Rég	Acces	Acces	Cnst	Accid	Ompr	Cnst	Cnst	Ompr

SP1 : *Atriplex dimorphostegia*, SP2 : *Beta vulgaris*, SP3 : *Bromus madritensis*, SP4 : *Chenopodium album*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Malva parviflora*, SP7 : *Oudneya africana*, SP8 : *Polygonum aviculare*, SP9 : *Sonchus asper*, SP10 : *Sonchus oleraceus*, SP11 : *Spergularia salina*

La flore de la première station d’étude est dominée par les espèces Régulières ayant une fréquence centésimale comprise entre 50% et 70%. Dans la deuxième station ce sont plutôt les espèces Omniprésentes qui dominent la flore ayant une fréquence centésimale de 100%. A noter que la quasi-totalité des espèces communes n’ont pas la même fréquence d’occurrence dans les flores des deux stations d’études. Le peu d’espèces qui restent gardent la même valeur de fréquence entre les deux stations ; il s’agit des espèces : *Polygonum aviculare* et *Sonchus oleraceus* qui sont des espèces régulières dans la flore des deux stations.

Les espèces les plus fréquentes dans la flore ne sont pas les mêmes pour les deux stations ; on note pour la première station respectivement les espèces : *Chenopodium mural* (90.28% : Constante) et *Bromus madritensis* (89.87% : Constante). Dans la deuxième station, on note la supériorité des espèces : *Bromus madritensis*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale* et *Spergularia salina* qualifiées d’espèces Omniprésentes dans la flore avec une fréquence d’occurrence de 100%.

Les autres espèces constituant la flore dans les deux stations varient entre espèces peu et très fréquentes selon la station ; les espèces *Atriplex dimorphostegia*, *Malva parviflora* et *Oudneya africana* trouvent leurs valeurs de fréquence d'occurrence diminuées de la première vers la deuxième station ; elles deviennent de ce fait des espèces moins fréquentes dans la flore au sein de cette dernière.

Au contraire, pour les espèces : *Beta vulgaris*, *Bromus madritensis*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Sonchus asper* et *Spergularia salina* ; la fréquence d'occurrence augmente dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la deuxième station en comparaison avec la première et elles deviennent plus fréquentes. L'augmentation de la fréquence est très significative, les espèces sont devenues deux à trois fois plus fréquentes qu'au sein de la première station.

En conclusion ; on constate que la majorité des espèces de la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla ont tendance à être plus fréquentes dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la deuxième station. La faible proportion des espèces qui restent se partage entre espèces gardant la même fréquence dans les deux stations et espèces qui deviennent moins fréquentes en passant de la première à la deuxième station.

Pour la variabilité de la fréquence d'occurrence des espèces communes entre pivots, on note en première position comme espèce très fréquente *Bromus madritensis* ; elle se répartie sur la totalité des pivots des deux stations et se présente sous la classe d'occurrence des espèces constantes ou omniprésentes dans la majorité des pivots, sa fréquence centésimale varie, selon les pivots, entre 60% et 100%. Elle est Omniprésente dans la flore de la station 1 au sein des pivots : P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11 et dans la station 2 au sein du pivot 13.

En deuxième et en troisième position viennent les espèces *Chenopodium mural* et *Beta vulgaris* qui se présentent dans la flore de la majorité des pivots des deux stations sous fortes fréquences centésimales ; les valeurs sont comprises respectivement pour les deux entre 62.50% et 100% pour la première et entre 39,58% et 100% pour la deuxième.

Pour le reste des espèces, la fréquence d'occurrence est dans la majorité des pivots moyenne à faible, elles ne sont significativement fréquentes que dans la flore d'un nombre réduit de pivots.

Polygonum aviculare, *Sonchus oleraceus* et *Spergularia salina* sont jugée des espèces moyennement fréquentes dans la flore des agrosystèmes de la région pouvant devenir très fréquentes et avoir des valeurs de 100% dans la flore de certains.

Les résultats relatifs à la variabilité de la fréquence centésimale ou d'occurrence des espèces communes dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa sont bien les suivants (Tableau 37).

Tableau 37 – Fréquence d'occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Espèces	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
SP1	31,25	33,33	33,33	22,22	29,17	25	04,16	04,17	62,5	08,33	16,67	20,83
	Acces	Acces	Acces	Accid	Acces	Acces	Accid	Accid	Rég	Accid	Accid	Accid
SP2	75,00	100	41,67	100	50	77,77	16,66	16,67	29,17	15	15,97	05,97
	Cnst	Ompr	Acces	Ompr	Rég	Cnst	Accid	Accid	Acces	Accid	Accid	Accid
SP3	100	100	92,91	15,97	05,55	19,44	16,66	54,17	58,33	83,33	15	11,11
	Ompr	Ompr	Cnst	Accid	Accid	Accid	Accid	Rég	Rég	Cnst	Accid	Accid
SP4	100	100	100	100	91,66	70,83	100	100	75	90	81,8	100
	Ompr	Ompr	Ompr	Ompr	Cnst	Rég	Ompr	Ompr	Cnst	Cnst	Cnst	Ompr
SP5	35,41	100	66,67	68,45	80,55	81,25	54,16	62,5	45,83	20	16,29	11,16
	Acces	Ompr	Rég	Rég	Cnst	Cnst	Rég	Rég	Acces	Accid	Accid	Accid
SP6	66,66	97,91	33,33	36,11	100	62,5	12,5	87,5	100	97,5	12,5	15,97
	Rég	Cnst	Acces	Acces	Ompr	Rég	Accid	Cnst	Ompr	Cnst	Accid	Accid
SP7	16,66	70,83	25	10,71	41,67	06,94	41,66	12,5	37,5	25	23,74	12,5
	Accid	Rég	Acces	Accid	Acces	Accid	Acces	Accid	Acces	Acces	Accid	Accid
SP8	100	87,5	100	81,84	97,22	87,5	75	62,5	33,33	56,25	11,16	18,75
	Ompr	Cnst	Ompr	Cnst	Cnst	Cnst	Cnst	Rég	Acces	Rég	Accid	Accid
SP9	100	95,83	100	75	90,97	91,66	100	100	95,83	43,75	51,41	10,41
	Ompr	Cnst	Ompr	Cnst	Cnst	Cnst	Ompr	Ompr	Cnst	Acces	Rég	Accid
SP10	08,33	54,17	33,33	11,11	16,67	19,44	29,16	16,67	50	06,66	15,97	20,83
	Accid	Rég	Acces	Accid	Accid	Accid	Acces	Accid	Rég	Accid	Accid	Accid
SP11	89,58	100	75	100	91,66	72,91	45,83	48,5	16,66	16,66	11,11	08,33
	Cnst	Ompr	Cnst	Ompr	Cnst	Rég	Acces	Acces	Accid	Accid	Accid	Accid
SP12	79,16	95,83	70,83	81,84	80,55	87,5	08,33	62,75	18,48	16,11	12,5	16,67
	Cnst	Cnst	Rég	Cnst	Cnst	Cnst	Accid	Rég	Accid	Accid	Accid	Accid
SP13	25	54,17	33,33	12,5	11,80	09,72	12,5	16,67	10,71	08,33	05,97	16,66
	Acces	Rég	Acces	Accid	Accid	Accid	Accid	Accid	Accid	Accid	Accid	Accid
SP14	100	37,5	75	92,85	58,33	38,88	54,17	37,5	75	16,66	16,29	11,11
	Ompr	Acces	Cnst	Cnst	Rég	Acces	Rég	Acces	Cnst	Accid	Accid	Accid
SP15	29,16	95,83	100	50	26,39	16,67	12,5	45,83	37,5	100	33,33	36,11
	Acces	Cnst	Ompr	Rég	Acces	Accid	Accid	Acces	Acces	Ompr	Acces	Acces
SP16	64,58	66,67	91,66	11,11	11,11	11,11	45,83	41,67	29,17	60,41	23,74	12,49
	Rég	Rég	Cnst	Accid	Accid	Accid	Acces	Acces	Acces	Rég	Accid	Accid
SP17	43,74	66,67	33,33	11,11	11,11	11,11	41,66	16,67	100	37,5	11,16	12,5
	Acces	Rég	Acces	Accid	Accid	Accid	Acces	Accid	Ompr	Acces	Accid	Accid

SP1 : *Anacyclus cyrtolepidioides*, SP2 : *Anagallis arvensis*, SP3 : *Beta vulgaris*, SP4 : *Bromus madritensis*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Daucus carota*, SP7 : *Launaea glomerata*, SP8 : *Lavatera critica*, SP9 : *Malva parviflora*, SP10 : *Megastoma pusillum*, SP11 : *Melilotus indica*, SP12 : *Melilotus infesta*, SP13 : *Oudneya africana*, SP14 : *Polygonum aviculare*, SP15 : *Rapistrum rugosum*, SP16 : *Sinapis arvensis*, SP17 : *Sonchus asper*

Comme pour la région d'Ouargla, on distingue cinq classes d'occurrence dans la flore des deux stations d'étude ; il s'agit de cinq catégories d'espèces : Accessoires, Accidentelles, Régulières, Constantes et Omniprésentes. On note également pour les deux stations de cette région l'absence de la classe des espèces rares. Les cinq classes d'occurrences se répartissent différemment entre les stations ; la flore de la première station est riche respectivement en espèces Constantes (06 Espèces), Régulières (05 Espèces) et Accessoire (05 Espèces) caractérisée par des fréquences relativement moyennes à importantes comprises dans l'ensemble entre 25% et 100%.

La classe des espèces Omniprésente ne contribuent dans la flore totale de la station qu'avec une seule espèce. Les classes des espèces Accidentelles et Rare sont absentes dans la flore de cette station. Pour la deuxième station, ce sont plutôt les classes de faible fréquences qui dominent dans la flore et contribuent le plus d'espèces ; il s'agit des classes des espèces : Accidentelles et Accessoires ayant une fréquence centésimale comprise entre 5% et 50%. Les classes des espèces Constantes et Régulières (entre 50% et 100%) sont minimales ne contribuent qu'avec deux espèces seulement. Les classes des espèces rares et Omniprésentes ne figurent pas dans la flore de cette station.

Les espèces communes dans cette région changent de fréquence entre stations expérimentales, elles sont fortement diminuées dans la flore de la deuxième station en comparaison avec les valeurs enregistrées au sein de la flore de la première station ces dernières sont devenues jusqu'à trois fois moins importantes dans la deuxième station. Exception faite pour l'espèce *Melilotus infesta*, la seule qui a gardé la même fréquence dans les deux stations.

Dans ce cas ; la quasi-totalité des espèces communes ont tendance à être moins fréquentes dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la deuxième station.

A l'échelle des pivots, *Bromus madritensis* est l'espèce la plus fréquente et ce, dans la totalité des pivots ; les valeurs de fréquence enregistrées sont maximales comprises entre 70,83% et 100%. En deuxième lieu viennent les espèces jugées comme moyennement fréquentes : *Malva parviflora*, *Lavatera critica*, *Melilotus infesta*, *Melilotus indica*, *Daucus carota* et *Anagallis arvensis*. Le reste des espèces constituant la flore des pivots de la région de Ghardaïa sont des espèces très peu fréquentes dans la totalité des pivots des fois très fréquentes dans un ou deux pivot de l'ensemble des pivots prospectés.

Pour la variabilité spatiale de la fréquence centésimale des espèces des agrosystèmes céréaliers à l'échelle régionale les données de base à exploiter dans le suivi de cette variabilité sont récapitulées dans le tableau 38.

Tableau 38 – Variabilité régionale de la fréquence d'occurrence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers

Espèces	Fréquence		Espèces	Fréquence	
	R1	R2		R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	20.83	80.56	<i>Malcolmia africana</i>	18.75	09.38
	Accid	Const		Accid	Accid
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	24.30	33.16	<i>Malva parviflora</i>	31.08	88.23
	Accid	Acces		Acces	Const
<i>Anagallis arvensis</i>	19.64	63.18	<i>Megastoma pusillum</i>	71.59	26.91
	Accid	Rég		Rég	Acces
<i>Androcymbium punctatum</i>	04.17	02.64	<i>Melilotus indica</i>	86.25	70.39
	Rare	Rare		Const	Rég
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	63.44	31.25	<i>Melilotus infesta.</i>	36.17	94.77
	Rég	Acces		Acces	Const
<i>Bassia muricata</i>	05.82	12.50	<i>Neurada procumbens</i>	04.16	13.71
	Accid	Accid		Rare	Accid
<i>Beta vulgaris</i>	79.33	59.61	<i>Oudneya Africana</i>	21.94	21.37
	Const	Rég		Accid	Accid
<i>Bromus madritensis</i>	45.45	92.76	<i>Phalaris paradoxa</i>	50.00	43.75
	Acces	Const		Rég	Acces
<i>Calendula aegyptiaca</i>	05.50	54.17	<i>Pholiorus incorvus</i>	50.00	50.00
	Accid	Rég		Rég	Rég
<i>Calendula bicolor</i>	49.38	79.34	<i>Poa trivialis</i>	93.75	84.58
	Acces	Const		Const	Const
<i>Carthamus eriocephalus</i>	01.04	08.33	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	25.95	57.41
	Rare	Accid		Acces	Rég
<i>Centaurea microcarpa</i>	00.62	47.04	<i>Polygonum aviculare</i>	44.49	60.38
	Rare	Acces		Acces	Rég
<i>Chenopodium album</i>	95.13	27.83	<i>Rapistrum rugosum</i>	08.85	48.75
	Const	Acces		Accid	Acces
<i>Chenopodium murale</i>	95.13	27.83	<i>Rubia perigrina</i>	14.99	29.17
	Const	Acces		Accid	Acces
<i>Cotula cinerea</i>	06.25	11.63	<i>Scandix hispanicus</i>	09.37	05.79
	Accid	Accid		Accid	Accid
<i>Cynodon dactylon</i>	57.28	73.15	<i>Scandix pecten - veneris</i>	22.39	08.13
	Rég	Rég		Accid	Accid
<i>Daucus carota</i>	57.28	73.15	<i>Senecio vulgaris</i>	27.77	09.86
	Rég	Rég		Acces	Accid
<i>Diploaxis harra</i>	00.41	18.75	<i>Sinapis arvensis</i>	56.38	33.93
	Rare	Accid		Rég	Acces
<i>Echium humile</i>	04.16	18.75	<i>Sonchus asper</i>	22.95	57.64
	Rare	Accid		Accid	Rég
<i>Launaea glomerata</i>	19.22	16.21	<i>Sonchus oleraceus</i>	35.31	34.20
	Accid	Accid		Acces	Acces
<i>Launaea resedifolia</i>	11.60	50.97	<i>Sphenopus divaricatus</i>	72.91	14.58
	Accid	Rég		Rég	Accid
<i>Lavatera critica</i>	10.58	83.02	<i>Suaeda fruticosa</i>	39.25	02.78
	Accid	Const		Acces	Rare
<i>Lolium multiflorum</i>	41.66	96.92	<i>Zygophyllum album</i>	23.06	08.13
	Acces	Const		Accid	Accid

Les valeurs de fréquences centésimales enregistrées sont variables pour la totalité des espèces communes aux deux régions ; la variabilité peut avoir un effet sur l'espèce en changeant sa constance lui rendant plus ou moins fréquente dans la flore du site en question comme elle peut être légère et ne rien modifier et l'espèce garde toujours la même constance.

Certaines espèces de la flore associée voient leur constance augmenter de la première station vers la deuxième ; et elles deviennent par conséquent plus fréquentes dans la flore, il s'agit des espèces : *Amaranthus hybridus*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Anagallis arvensis*, *Bromus madritensis*, *Calendula aegyptiaca*, *Calendula bicolor*, *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Diploaxis harra*, *Echium humile*, *Launaea resedifolia*, *Lavatera critica*, *Lolium multiflorum*, *Malva parviflora*, *Melilotus infesta*, *Neurada procumbens*, *Polygonum argyrochloa*, *Polygonum aviculare*, *Rapistrum rugosum*, *Rubia perigrina* et *Sonchus asper*. Leurs valeurs de fréquences sont significativement augmentées de la première vers la deuxième station.

D'autres espèces sont au contraire devenues moins fréquentes dans la flore de la deuxième station, les espèces dont la fréquence est significativement diminuée et leur classe de constance est nettement modifiée sont : *Atriplex dimorphostegia*, *Beta vulgaris*, *Chenopodium album*, *Chenopodium Murale*, *Megastoma pusillum*, *Melilotus indica*, *Phalaris paradoxa*, *Senecio vulgaris*, *Sinapis arvensis*, *Sphenopus divaricatus* et *Suaeda fruticosa*. Les espèces qui restent ; gardent la même constance dans les flores des deux régions malgré le changement de la valeur de leur fréquence centésimale d'une région à une autre.

A signaler en conclusion que la composition en classes d'occurrence ou de constance de la flore associée aux céréales est variable à l'échelle régionale. Cette flore est dominée dans la région d'Ouargla par les classes d'espèces Accidentelles (36.95%) et Accessoires (21.73%) qui totalisent à elles seules 58,68% de l'effectif spécifique total de la flore de la région en question. Dans la région de Ghardaïa, la flore des agrosystèmes céréaliers est à bases d'espèces Accidentelles (30.43%) et Régulières (23.91%) qui contribuent ensemble avec 54,34% de l'ensemble d'espèces constituant la flore.

Les espèces Constantes (17.39%) sont plus représentatives dans la flore des champs céréaliers de la région de Ghardaïa contrairement aux espèces rares (13.04%) qui sont majoritaires dans la flore des champs céréaliers de la région d'Ouargla. Les espèces accessoires ont la même fréquence d'occurrence dans les flores des régions d'étude. Pour les deux régions on note l'absence de la classe des espèces Omniprésentes dans la flore ayant la fréquence centésimale 100%.

III.1.2.4.2. Variabilité de la fréquence spécifique de présence des espèces communes

Les proportions de chaque espèce présente dans la flore inventoriée dans chaque pivot au sein de chaque station exprimées en pourcentage sont récapitulées dans le tableau 39. L'analyse des résultats obtenus permet de traduire la participation des différentes espèces dans le recouvrement de la surface du sol.

Tableau 39 – Contribution spécifique de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla

Espèces	S1												S2
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P1
SP1	03.13	01.54	03.95	05.03	03.43	06.51	03.39	03.81	04.44	02.40	14.77	06.72	10.09
SP2	05.19	02.61	08.56	14.18	12.45	07.29	13.56	09.38	09.36	08.56	15.53	04.35	12.73
SP3	07.41	05.90	15.80	15.28	16.06	10.51	08.47	11.46	15.01	08.65	18.18	07.45	13.04
SP4	11.19	06.10	11.85	10.87	12.31	06.51	13.56	09.22	09.36	08.65	14.39	08.70	13.04
SP5	11.19	06.10	15.80	15.28	13.07	07.81	13.56	09.22	11.88	11.54	16.28	09.10	13.04
SP6	02.06	05.29	14.48	04.53	12.89	07.29	05.65	06.35	08.13	01.92	04.55	04.75	02.80
SP7	05.73	03.68	02.63	04.42	02.56	01.56	01.70	05.73	02.50	08.17	07.58	08.70	01.63
SP8	11.19	03.63	14.48	07.13	13.95	04.56	07.63	07.78	09.38	00.96	01.51	00.79	00.34
SP9	02.46	05.90	05.27	12.18	03.49	12.50	05.09	04.09	01.25	06.73	08.33	06.72	05.16
SP10	10.08	05.90	05.27	12.18	03.49	12.50	18.65	07.94	01.25	11.54	16.28	06.72	05.16
SP11	04.78	05.44	11.85	03.70	08.14	03.13	03.95	07.23	02.50	11.54	18.18	08.70	12.07

SP1 : *Atriplex dimorphostegia*, SP2 : *Beta vulgaris*, SP3 : *Bromus madritensis*, SP4 : *Chenopodium album*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Malva parviflora*, SP7 : *Oudneya africana*, SP8 : *Polygonum aviculare*, SP9 : *Sonchus asper*, SP10 : *Sonchus oleraceus*, SP11 : *Spergularia salina*

La majorité des espèces communes dans le tableau ci-dessus présentent des faibles valeurs de fréquence de présence dans la flore de la première station, exception faite pour trois espèces qui sont majoritaires par rapport aux autres en matière de fréquence ; il s'agit de : *Chenopodium murale* (11.74%), *Bromus madritensis* (11.68%) et *Chenopodium album* (10.23%). *Sonchus oleraceus* (09.32%) et *Beta vulgaris* (09.25%) sont classées en deuxième position ; pour le reste les fréquences sont faibles comprises entre 04% et 08%.

Dans la flore de la deuxième station les espèces communes aux agrosystèmes céréaliers se caractérisent par une fréquence différente à celle enregistrée au sein de la flore de la station 1 ; sur les 11 espèces communes 6 espèces sont majoritaires par rapport aux autres les fréquences sont comprises entre 10.09% et 13.04%. Il s'agit respectivement de : *Bromus madritensis*, *Chenopodium album* et *Chenopodium murale* (13.04%), les mêmes signalées comme les plus fréquentes dans la flore de la station 1 ; mais avec des fréquences relativement plus importantes. Suivies par : *Beta vulgaris* (12,73%), *Spergularia salina* (12.07%) et *Atriplex dimorphostegia* (10,09%). Pour le reste des espèces, les fréquences sont faibles comprises entre 00,34% et 05.16%.

Pour les mêmes espèces, le comportement au sein de la flore dont elles font partie change dans l'espace ; sur la liste des 11 espèces communes aux stations retenues au sein de la région d'Ouargla on distingue deux groupes bien distincts : un groupe dont les espèces sont dominantes dans la flore de la première station et un autre dont les espèces sont beaucoup plus fréquentes dans la flore de la deuxième station.

Entre pivots, les espèces relevées dans la flore associée aux céréales montrent également une variabilité de leur fréquence de présence. Le nombre et la nature des espèces constituant le groupe d'espèces les plus fréquentes varient selon le pivot, de même les valeurs de fréquences considérées comme les plus représentatives sont fonction des pivots. .

Le pivot dont la flore est la plus riche en espèces fréquentes est le pivot 11 avec 7 espèces sur 11 ayant des valeurs de fréquence importantes, suivi par les pivots : P3, P4, P5 et P13 avec 6 espèces majoritaires sur 11.

Les espèces les plus fréquentes dans la flore est fonction des pivots ; 9 espèces sur 11 sont considérées comme les plus fréquentes dans pas mal de pivots : *Beta vulgaris* dans P4, P5, P7, P8, P9, P11 et P13 ; *Bromus madritensis* dans P3, P4, P5, P6, P8, P9, P11 et P13 ; *Chenopodium album* et *Chenopodium album* pour tous les pivots sauf le pivot 6. *Polygonum aviculare* au sein des pivots P1, P3 et P5 ; *Sonchus asper* dans P4 et P6 ; *Sonchus oleraceus* pour P1, P4, P6, P7, P10 et P11 et en fin *Spergularia salina* dans P3, P10, P11 et P13.

Le tableau 40 illustre la variabilité de la fréquence de présence des espèces communes des agrosystèmes de la région de Ghardaïa entre station et entre pivots.

Tableau 40 – Contribution spécifique de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Espèces	S1			S2								
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
SP1	06.47	02.33	06.08	02.60	02.63	00.56	00.78	00.51	04.95	02.56	06.47	07.93
SP2	06.72	08.96	04.00	12.68	09.35	09.05	03.12	02.02	02.31	04.47	05.63	05.73
SP3	23.64	09.31	12.46	01.93	01.04	02.72	03.12	06.57	11.00	13.50	03.61	13.60
SP4	23.98	08.97	12.80	12.68	13.25	08.24	25.81	27.94	17.00	14.58	28.92	38.08
SP5	07.54	06.67	04.53	09.20	12.46	10.30	10.16	07.58	03.63	03.42	02.89	08.83
SP6	20.19	09.71	03.20	04.31	10.91	08.98	02.34	10.61	07.92	15.86	08.34	03.62
SP7	00.86	05.56	02.40	01.24	02.94	00.92	08.69	01.52	02.97	04.27	00.55	03.75
SP8	23.64	05.83	09.60	10.26	14.28	11.20	15.22	07.58	17.39	09.51	14.32	06.63
SP9	07.29	06.39	12.80	10.00	13.60	10.30	25.81	27.94	27.87	07.38	19.28	03.79
SP10	01.72	03.61	03.20	11.78	01.82	02.49	04.71	02.02	03.96	02.65	06.61	06.25
SP11	19.79	09.85	08.80	12.68	13.25	09.33	05.66	10.61	02.31	11.00	02.02	03.84
SP12	10.35	09.71	10.00	10.26	12.46	11.20	11.16	10.61	09.78	04.55	04.71	07.58
SP13	03.69	03.61	01.08	01.34	01.72	01.24	02.12	02.02	05.37	01.29	04.18	06.68
SP14	23.64	02.50	08.80	11.63	06.36	04.52	17.81	04.55	05.94	08.98	08.69	07.58
SP15	09.66	03.74	12.80	05.36	03.31	02.40	02.20	05.56	10.54	15.48	07.76	04.60
SP16	11.09	02.76	12.00	01.63	02.08	01.52	08.59	05.61	02.31	09.55	03.24	04.42
SP17	15.04	04.44	03.20	02.40	02.31	01.29	09.87	02.02	07.92	05.97	02.05	08.60

SP1 : *Anacyclus cyrtolepidioides*, SP2 : *Anagallis arvensis*, SP3 : *Beta vulgaris*, SP4 : *Bromus madritensis*, SP5 : *Chenopodium murale*, SP6 : *Daucus carota*, SP7 : *Launaea glomerata*, SP8 : *Lavatera critica*, SP9 : *Malva parviflora*, SP10 : *Megastoma pusillum*, SP11 : *Melilotus indica*, SP12 : *Melilotus infesta*, SP13 : *Oudneya Africana*, SP14 : *Polygonum aviculare*, SP15 : *Rapistrum rugosum*, SP16 : *Sinapis arvensis*, SP17 : *Sonchus asper*

Contrairement à la première station d'étude, trois espèces seulement sur 17 sont majoritaires dans la flore et enregistre des valeurs de fréquences plus importantes que celles des autres. Il s'agit des espèces : *Bromus madritensis* (20.72%), *Malva parviflora* (16.22%) et *Lavatera critica* (11.82%). Les espèces qui restent présentent des fréquences faibles en générales comprises entre 02.88% et 09.15%.

La station 1 renferme dans sa flore associée commune 7 espèces majoritaires sur 17, qui sont respectivement : *Bromus madritensis* (15.25%), *Beta vulgaris* (15.14%), *Lavatera critica* (13.02%), *Melilotus indica* (12.81%), *Polygonum aviculare* (11.65%), *Daucus carota* (11.03%) et *Melilotus infesta* (10.02%). La fréquence de présence des espèces qui restent est comprise entre 02.79% et 08.83%. Les espèces ont tendance à être plus fréquentes dans la flore de la première station.

Le pivot 1 dans la première et la deuxième station renferme la flore la plus riche en espèces fréquentes soit 8 espèces très fréquentes sur 17 en total. Suivi respectivement par les pivots : P2, P3 dans la première station et P2, P4 dans la deuxième station avec 6 espèces majoritaires sur 17 et en suite les pivots P5, P6, P7 et P3 de la station 2 avec respectivement 5 et 4 espèces fréquentes. La flore des pivots 8 et 9 ne contient que 2 espèces dont la fréquence est significative.

La liste des espèces dont la fréquence est la plus importante par rapport aux autres varient selon les pivots ; le nombre et la nature des espèces jugées les plus fréquentes ne sont pas les mêmes. En première position vient l'espèce : *Bromus madritensis* qui montre des valeurs de fréquences significatives dans les flores associées de la totalité des pivots des deux stations sauf le troisième pivot de la station 2. Les valeurs sont maximales et varient entre 12.68% et 38.08%.

En deuxième position, on note les espèces : *Malva parviflora* fréquente dans les pivots P3 (S1), P1, P2, P3, P4, P5, P6 et P8 (S2) ; *Lavatera critica* dans P1 (S1), P1, P2, P3, P4, P6 et P8 (S2) ; *Melilotus infesta* au sein de la flore de : P2, P3 (S1), P1, P2, P3, P4 et P5 (S2) ; *Beta vulgaris* fréquente au sein : P1, P2, P3 (S1), P6, P8 et P9 (S2) en fin, *Melilotus indica* majoritaire dans : P1, P2 (S1), P1,P2, P5 et P7 (S2). Le reste des espèces représentent des valeurs faibles de fréquence dans la quasi-totalité des pivots et elles ne dominent que dans la flore de quelques pivots seulement.

Le suivi de la variabilité des fréquences de présence des espèces communes entre régions se fait par l'analyse des résultats retenus dans l'ensemble des régions d'étude illustrés dans le tableau 41.

Tableau 41 – Variabilité régionale de la fréquence de présence des espèces communes dans les agrosystèmes céréaliers

Espèces	FP		Espèces	FP	
	R1	R2		R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	00.67	13.30	<i>Malcolmia africana</i>	01.38	00.92
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	01.64	03.54	<i>Malva parviflora</i>	03.62	13.05
<i>Anagallis arvensis</i>	01.73	08.78	<i>Megastoma pusillum</i>	10.05	03.00
<i>Androcymbium punctatum</i>	00.38	00.38	<i>Melilotus indica</i>	11.89	13.64
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	10.91	03.79	<i>Melilotus infesta</i> ,	04.30	12.95
<i>Bassia muricata</i>	00.54	00.84	<i>Neurada procumbens</i>	00.27	01.75
<i>Beta vulgaris</i>	11.01	13.63	<i>Oudneya Africana</i>	02.20	02.61
<i>Bromus madritensis</i>	05.62	18.61	<i>Phalaris paradoxa</i>	06.52	04.53
<i>Calendula aegyptiaca</i>	00.47	07.18	<i>Pholiorus incorvus</i>	15.66	18.47
<i>Calendula bicolor</i>	08.78	11.02	<i>Poa trivialis</i>	10.70	16.55
<i>Carthamus eriocephalus</i>	00.49	02.50	<i>Polygonum argyrocholeum</i>	03.18	05.76
<i>Centaurea microcarpa</i>	00.12	04.17	<i>Polygonum aviculare</i>	04.98	12.22
<i>Chenopodium album</i>	12.08	03.83	<i>Rapistrum rugosum</i>	00.53	09.01
<i>Chenopodium murale</i>	12.08	03.83	<i>Rubia perigrina</i>	00.78	00.27
<i>Cotula cinerea</i>	00.30	01.63	<i>Scandix hispanicus</i>	00.95	01.95
<i>Cynodon dactylon</i>	00.12	04.17	<i>Scandix pecten - veneris</i>	02.88	02.27
<i>Daucus carota</i>	10.22	13.16	<i>Senecio vulgaris</i>	03.81	01.20
<i>Diploaxis harra</i>	00.08	04.82	<i>Sinapis arvensis</i>	09.48	06.65
<i>Echium humile</i>	00.28	02.63	<i>Sonchus asper</i>	02.32	09.78
<i>Launaea glomerata</i>	01.84	02.37	<i>Sonchus oleraceus</i>	03.98	08.74
<i>Launaea resedifolia</i>	01.17	03.60	<i>Sphenopus divaricatus</i>	16.09	05.39
<i>Lavatera critica</i>	05.76	15.15	<i>Suaeda fruticosa</i>	06.74	00.33
<i>Lolium multiflorum</i>	04.97	16.66	<i>Zygophyllum album</i>	03.35	00.00

Toutes les espèces communes relevées dans l'ensemble des régions d'étude changent de fréquence entre région à l'exception de l'espèce *Androcymbium punctatum*. Les espèces les plus fréquentes dans la flore de la première région ne sont pas les mêmes que celles de la deuxième région. On note pour la région d'Ouargla les espèces : *Sphenopus divaricatus*, *Pholiorus incorvus*, *Melilotus indica*, *Beta vulgaris*, *Poa trivialis* et *Beta vulgaris*.

Bromus madritensis, *Pholiorus incorvus*, *Lolium multiflorum*, *Poa trivialis*, *Melilotus indica*, *Daucus carota*, *Malva parviflora* et *Amatanthus hybridus* ; sont respectivement les espèces les plus fréquentes dans la flore associée de la région de Ghardaïa.

32 espèces dans la flore de la région 1, deviennent plus fréquentes et voient leur fréquence augmentée dans la deuxième région. Les 24 espèces qui restent sont au contraire devenues moins fréquentes en passant de la région 1 vers la région 2.

III.2. Variabilité temporelle de la flore associée aux céréales

Les échelles temporelles prises en considération lors de l'analyse de la variabilité des caractéristiques écologiques de la flore dans le temps ; sont la saison et l'année (campagne agricole). Pour la variabilité durant l'année c'est-à-dire entre les saisons, l'étude n'a pas été approfondie et détaillée du fait que les facteurs responsables de cette variabilité sont essentiellement d'ordre biologique en relation avec le cycle de développement phénologique des différentes espèces constituant la flore associée à la céréale mise en place au sein du pivot. L'analyse de la variabilité entre années de culture a concerné la flore du même pivot, la flore de la même station et la flore de la même région.

III.2.1. Variabilité des caractéristiques qualitatives

Il s'agit de l'étude de la variabilité entre campagnes agricoles de la composition de la flore inventoriée en différentes classes systématiques dans les deux régions d'étude. Pour chaque région, l'évolution de la composition systématique de la flore est analysée au niveau de chaque pivot céréalier puis au sein de chaque station.

Dans la région d'Ouargla

Nous avons retenu au sein de cette région 13 pivots appartenant à deux stations d'étude ; nous allons analyser les changements de composition systématique de la flore pouvant avoir lieu entre les quatre campagnes agricoles au sein de chacun des sites expérimentaux séparément (Tableau 42).

Tableau 42 – Variabilité dans le temps de la composition systématique de la flore associée dans la région d'Ouargla

Station	Pivot	2010			2011			2013			2014		
		NF	NG	NE	NF	NG	NE	NF	NG	NE	NF	NG	NE
Station 1	P1	10	21	23	15	25	28	09	17	20	09	18	20
	P2	18	37	42	18	35	40	14	28	33	11	22	27
	P3	07	08	11	08	11	14	06	07	11	05	05	09
	P4	10	16	19	10	16	19	08	15	17	10	18	21
	P5	10	16	18	10	16	18	07	10	11	08	12	12
	P6	10	19	25	10	19	20	07	14	17	05	10	10
	P7	09	16	18	09	16	18	07	11	14	08	11	14
	P8	12	19	21	13	25	28	11	16	19	08	13	15
	P9	09	10	10	11	16	17	08	09	10	04	07	07
	P10	05	10	12	08	12	13	11	20	22	11	17	20
	P11	06	08	10	06	08	10	08	11	13	07	08	07
	P12	09	15	15	11	18	18	13	21	24	13	21	24
Station 2	P13	09	23	23	11	27	27	07	19	19	08	19	19

La lecture du tableau 42 montre une variation dans le temps du nombre de familles botaniques, genres et espèces constituant la flore inventoriée et ce pour la totalité des pivots des deux stations retenues au niveau de la région d'Ouargla. La variabilité ne se fait pas de la même façon pour tous les pivots. Le nombre d'espèces, est donc celui de genres et de familles botaniques, constituant la flore associée à la céréale cultivée diminue avec le temps pour les pivots : P2, P6 et P12 ; pour le reste des pivots le nombre fluctue d'une année à une autre de façon alternative ou aléatoire.

Cette variabilité s'explique par des facteurs d'ordre technique en relation surtout avec la conduite de la culture durant la campagne agricole et l'historique du pivot qui seront détaillés ultérieurement dans la discussion.

L'étude de cette variabilité se fait en analysant les deux aspects de la composition systématique quantitatif et qualitatif relatif à la nature des espèces et familles botaniques qui évoluent au cours des années de culture ; certaines espèces disparaissent, d'autres au contraire apparaissent et d'autres persistent dans la flore du pivot au cours des années d'étude. Les pivots dont cette variabilité est la plus remarquable sont : P1, P2, P3, P5, P6, P8, P9 et P10. Pour le reste ; la flore est presque stable et la variabilité est négligeable.

Le changement de la composition en familles botaniques et en espèces de la flore d'un pivot d'une année à une autre, est accompagnée logiquement par une variation de la composition de cette dernière en classes botaniques, groupes biologiques, origines biogéographiques et agroécologiques.

Pour les Monocotylédones et les Dicotylédones ; les familles botaniques et les espèces contributives dans chacune d'elles sont presque les mêmes en nombre et en qualité pour les quatre années d'étude, elles ne changent que dans la flore de quelques pivots seulement.

Les Dicotylédones sont les plus représentatives durant les quatre années d'étude pour tous les pivots ; elles persistent et figurent dans la flore quelle que soit la campagne agricole contrairement aux Monocotylédones qui ne sont représentées que par deux familles des fois par une seule famille celle des Poaceae (Tableau 43).

Tableau 43 – Variabilité temporelle de la contribution des classes botaniques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla

Station	Pivot	Année							
		2010		2011		2012		2013	
		M	D	M	D	M	D	M	D
Station 1	P1	09.52	90.47	07.40	92.59	15.00	85	15.78	84.21
	P2	07.14	92.85	02.56	97.43	09.09	90.90	07.40	92.59
	P3	09.09	90.90	07.14	92.85	0	100	0	100
	P4	05.26	94.73	05.26	94.73	11.76	88.23	09.52	90.47
	P5	05.55	94.44	05.55	94.44	09.09	90.90	08.33	91.66
	P6	04.00	96.00	05.00	95.00	05.88	94.11	0	100
	P7	05.55	94.44	05.55	94.44	07.14	92.85	0	100
	P8	19.04	80.95	22.22	77.77	15.78	84.21	20.00	80.00
	P9	10.00	90.00	05.88	94.11	0	100	0	100
	P10	0	100	0	100	09.09	90.90	10.00	90.00
	P11	0	100	0	100	07.69	92.30	14.28	85.71
	P12	06.66	93.33	05.55	94.44	08.33	91.66	08.33	91.66
Station 2	P13	17.39	82.60	14.81	85.18	21.05	78.94	15.78	84.21

Pour les deux pivots : P3 et P9 ; on note que le nombre d’espèces avec lesquelles les Monocotylédones contribuent dans la flore totale a diminué dans le temps. Pour les pivots : P10 et P11 le nombre a contrairement augmenté. La contribution spécifique des Monocotylédones dans l’effectif spécifique totale est en fluctuation d’une campagne à une autre et ne suit pas un seul sens d’évolution pour le reste de pivots.

Les groupes constituant le spectre biologique de la flore des agrosystèmes céréaliers sont les mêmes et ne varient pas en fonction du temps, ce sont toujours les mêmes en nombre et en qualité ; mais trouvent leur contribution en espèces modifiée en augmentant ou en diminuant selon le pivot et selon la campagne agricole.

Tableau 44 – Variabilité temporelle de la contribution des groupes biologiques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla

Groupe	Station	Pivot	Contribution spécifique (%)			
			2010	2011	2012	2013
Hémicryptophytes	Station 1	P1	4.76	7.41	5.00	5.26
		P2	2.38	2.50	3.03	0.00
		P3	0.00	0.00	0.00	0.00
		P4	0.00	0.00	5.88	4.76
		P5	0.00	0.00	0.00	0.00
		P6	0.00	0.00	0.00	0.00
		P7	5.56	5.56	0.00	0.00
		P8	4.76	3.57	5.26	6.67
		P9	0.00	0.00	0.00	0.00
		P10	0.00	0.00	4.55	5.00
		P11	0.00	0.00	0.00	0.00
		P12	0.00	0.00	0.00	0.00
	Station 2	P13	8.70	7.41	10.53	10.53

Chaméphytes	Station 1	P1	9.52	3.70	0.00	0.00
		P2	7.14	7.50	3.03	3.70
		P3	0.00	0.00	0.00	0.00
		P4	5.26	5.26	0.00	4.76
		P5	0.00	0.00	0.00	0.00
		P6	4.00	5.00	5.88	10.00
		P7	0.00	0.00	0.00	0.00
		P8	0.00	0.00	0.00	0.00
		P9	0.00	0.00	0.00	0.00
		P10	0.00	0.00	0.00	0.00
		P11	0.00	0.00	0.00	0.00
		P12	0.00	0.00	0.00	0.00
	Station 2	P13	8.70	11.11	10.53	15.79
Géophytes	Station 1	P1	9.52	7.41	10.00	10.53
		P2	4.76	5.00	6.06	3.70
		P3	9.09	7.14	9.09	11.11
		P4	10.53	10.53	11.76	9.52
		P5	11.11	11.11	18.18	16.67
		P6	8.00	10.00	11.76	20.00
		P7	11.11	11.11	14.29	14.29
		P8	9.52	7.14	10.53	13.33
		P9	10.00	11.76	20.00	28.57
		P10	16.67	15.38	9.09	5.00
		P11	20.00	20.00	15.38	14.29
		P12	11.11	9.52	7.41	7.41
	Station 2	P13	4.35	3.70	5.26	5.26
Nanophanérophytes	Station 1	P1	0.00	0.00	0.00	0.00
		P2	0.00	0.00	0.00	0.00
		P3	0.00	0.00	0.00	0.00
		P4	0.00	0.00	0.00	0.00
		P5	0.00	0.00	0.00	0.00
		P6	0.00	0.00	0.00	0.00
		P7	0.00	0.00	0.00	0.00
		P8	4.76	3.57	0.00	0.00
		P9	0.00	0.00	0.00	0.00
		P10	0.00	0.00	0.00	0.00
		P11	0.00	0.00	0.00	0.00
		P12	5.56	4.76	3.70	3.70
	Station 2	P13	0.00	0.00	0.00	0.00
Thérophytes	Station 1	P1	76.19	81.48	85.00	84.21
		P2	85.71	85.00	87.88	92.59
		P3	90.91	92.86	90.91	88.89
		P4	84.21	84.21	82.35	80.95
		P5	88.89	88.89	81.82	83.33
		P6	88.00	85.00	82.35	70.00
		P7	83.33	83.33	85.71	85.71
		P8	80.95	85.71	84.21	80.00
		P9	90.00	88.24	80.00	71.43
		P10	83.33	84.62	86.36	90.00
		P11	80.00	80.00	84.62	85.71
		P12	83.33	85.71	88.89	88.89
	Station 2	P13	78.26	77.78	73.68	68.42

Selon les résultats illustrés dans le tableau 44 ; on constate que sept pivots seulement sur 13 contiennent des espèces Hémicryptophytes dans leur flore adventice. Leur contribution dans l'effectif spécifique total est variable d'une campagne à une autre ; elle tend à augmenter entre 2010/2011 et 2012/2013 pour P1 ; entre 2010/2012 pour P2 ; entre 2011/2012 pour P4 et entre 2011/2013 pour les pivots : P8, P10 et P13. Le nombre d'espèces fournies par ce groupe biologique progresse dans le temps pour les flores des pivots : P1 et P7 (2011/2012), P2 et P4 (2012/2013), P8 et P13 (2010/2011). Pour le reste des pivots les Hémicryptophytes sont absentes dans la flore quelle que soit la campagne agricole.

Les Chaméphytes ne figurent pas dans la liste floristique des pivots : P3, P5, P7, P8, P9, P10, P11 et P12 et ce, pour les quatre années de notre d'étude. La flore des pivots P1, P2 et P4 a subi une régression de la proportion des Chaméphytes entre 2010 et 2013 ; quant aux pivots P6 et P3 nous avons constaté une augmentation de la proportion de ces derniers dans la flore inventoriée durant la même période.

Les Géophytes ont montré une diminution progressive relativement importante de leur contribution spécifique dans les flores inventoriées au sein des pivots : P10, P11 et P12. Au contraire, les Géophytes ont subi une augmentation significative de leur contribution dans l'effectif spécifique de la flore adventice de l'an 2010 à l'an 2013 et ce au sein des pivots : P6, P7, P8 et P9.

Le groupe des Nanophanérophytes est très rarement rencontré dans l'espace et dans le temps. Il n'est présent que dans la flore des pivots P8 et P12 dont les proportions sont en régression continue en allant de la première vers la dernière année d'étude.

Le groupe le plus représentatif, est celui des Thérophytes, elles sont présentes dans toutes les flores inventoriées au sein des sites expérimentaux et durant la totalité des campagnes agricoles ; les proportions dans la flore inventoriée au sein des champs céréaliers sont importantes et variables dans le temps. Dans les pivots : P1, P2, P7, P10, P11 et 12, les Dicotylédones deviennent de plus en plus contributives en espèces dans la flore adventice entre 2010 et 2013 ; contrairement aux autres pivots où on trouve que leur proportion est en évolution régressive. Les variations à ce niveau sont importantes par rapport à celles enregistrées pour les autres groupes biologiques.

Tableau 45 – Variabilité temporelle de la contribution des plantes introduites et spontanées dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d’Ouargla

Station	Pivot	Année							
		2010		2011		2012		2013	
		Int	Spt	Int	Spt	Int	Spt	Int	Spt
Station 1	P1	57.14	42.86	70.37	29.63	75.00	25.00	78.95	21.05
	P2	67.31	32.69	58.97	41.03	63.64	36.36	70.37	29.63
	P3	72.73	27.27	78.57	21.43	72.73	27.27	77.78	22.22
	P4	57.89	42.11	57.89	42.11	70.59	29.41	61.90	38.10
	P5	66.67	33.33	66.67	33.33	63.64	36.36	41.67	58.33
	P6	68.00	32.00	60.00	40.00	64.71	35.29	75.00	25.00
	P7	66.67	33.33	66.67	33.33	71.43	28.57	64.29	35.71
	P8	71.43	28.57	75.00	25.00	73.68	26.32	80.00	20.00
	P9	80.00	20.00	76.47	23.53	60.00	40.00	57.14	42.86
	P10	50.00	50.00	46.15	53.85	63.64	36.36	70.00	30.00
	P11	70.00	30.00	70.00	30.00	76.92	23.08	71.43	28.57
	P12	46.67	53.33	55.56	44.44	66.67	33.33	66.67	33.33
Station 2	P13	78.26	21.74	66.67	33.33	68.42	31.58	68.42	31.58

Les plantes introduites se présentent dans la flore associée des céréales de nos pivots en proportions différentes variables suivant les campagnes agricoles. Elles augmentent et diminuent progressivement et régulièrement pour des pivots et de façon aléatoire pour d’autres. Dans certains cas on assiste à une stabilisation relative de la proportion des introduites dans la flore adventice totale pour deux ou trois campagnes consécutives. Les mêmes remarques sont enregistrées pour l’évolution de la proportion des espèces spontanées dans la flore adventice totale des différents pivots.

A échelle stationnelle les familles botaniques les plus contributives, sont respectivement celles des Asteraceae, des Poaceae et des Brassicaceae suivies par les familles Chenopodiaceae, Polygonaceae, Apiaceae et Fabaceae en dernier lieu et ce, pour les quatre campagnes agricoles durant lesquelles nous avons réalisé notre expérimentation et pour les deux stations exception faite pour la deuxième station où on note la supériorité des Fabaceae également. Leur contribution spécifique au sein de la flore adventice est fonction de l’année, les différences enregistrées sont faibles à moyennes selon la famille botanique, la station et la période.

Pour la première station ; Les Asteraceae, les Brassicaceae, les Fabaceae et les Polygonaceae sont, selon le graphique dans la figure 1, de plus en plus moins représentatives dans la flore des agrosystèmes céréaliers d’une année à une autre.

Les Asteraceae sont les seules espèces dont leur contribution dans l'effectif spécifique totale de la flore adventice de la station 1 s'est trouvée diminuée durant la période d'étude. La proportion par rapport aux autres familles botaniques majoritaire dans la station est significativement diminuée, elle est passée de 22% pour la campagne agricole 2010 à 13.89% pour la dernière campagne agricole (2013). La contribution dans l'effectif spécifique total a au contraire augmenté entre 2010 et 2013 pour les Brassicaceae et les Chenopodiaceae, leurs proportions dans la flore sont passées respectivement de 10% et 06% en 2010 à 16.67% et 13.89% en 2013.

Pour les Poaceae et les Apiaceae, les contributions spécifiques ont diminué entre les campagnes 2010 et 2011 puis elles se sont trouvées augmentées de nouveau entre 2011 et 2013 en passant respectivement de 16% et 6% à 22.22% et 08.33% ; les Polygonaceae ont montré au contraire une fluctuation alternative en augmentant et en diminuant entre les quatre ans d'expérimentation, les valeurs de contribution spécifique ont varié entre 07.69% et 08.33% (Figure 01).

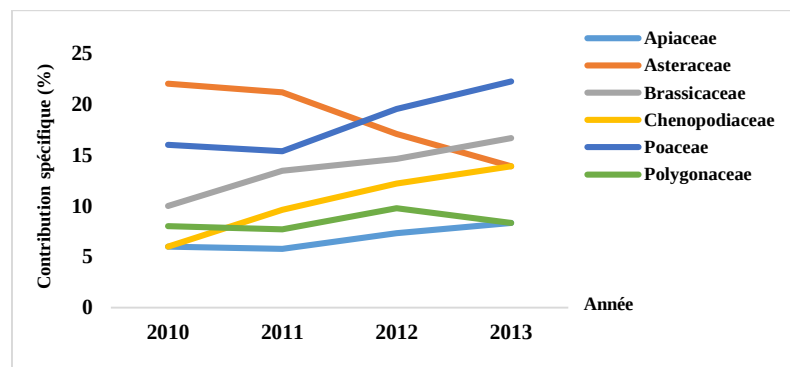


Figure 01 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla

Dans la deuxième station de la région d'Ouargla, les effectifs spécifiques des familles botaniques majoritaires dans la flore ont montré également une évolution au cours de la période d'étude que nous avons illustré dans la figure 02.

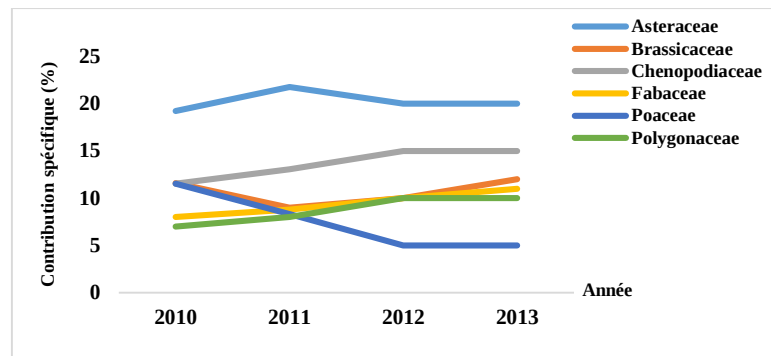


Figure 02 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla

Durant les quatre années correspondant à notre période d'étude, les familles botaniques des Chenopodiaceae, Fabaceae et Polygonaceae ont connu une augmentation progressive et continue de leurs effectifs spécifiques ; les valeurs de contribution ont passé respectivement pour ces trois familles entre 2010 et 2013 de : 11,54%, 08% et 07% à 15%, 11% et 10%. Pour les Poaceae, le nombre d'espèces fournies dans la flore totale de la station 2 a significativement diminué, il est presque réduit à plus de 50% en passant de 11,54% en 2010 à 05% seulement en 2013.

Le nombre des espèces avec lesquelles contribuent les Asteraceae et les Brassicaceae dans la flore de la deuxième station fluctue légèrement entre les quatre années en passant par des valeurs dont les écarts sont faibles à négligeables ; les Asteraceae ont beaucoup tendance à se stabiliser dans le temps que les Brassicaceae.

Les classes botaniques évoluent également à échelle stationnelle ; leur évolution est moins prononcée à ce niveau. Les valeurs de contribution spécifique dans la flore des deux stations relatives aux quatre campagnes agricoles sont proches et les différences sont négligeables. Les Mono et Dicotylédones tendent à se stabiliser dans le temps à l'échelle des stations expérimentales tout en gardant l'écart important entre leur proportions dans la flore totale des champs céréaliers conduits sous centre pivot qui reste toujours important.

Au sein de la flore adventice des agrosystèmes céréaliers de la station 1, les proportions des Dicotylédones des différentes campagnes agricoles sont proches mais qui tendent en générale à diminuer en allant de l'an 2010 (82%) vers l'an 2013 (77.78%). Les Monocotylédones tendent au contraire à augmenter leur proportion dans la flore même si les différences entre campagnes sont faibles, elle est passée de 18% (2010) à 22.22% (2013) (Figure 03).

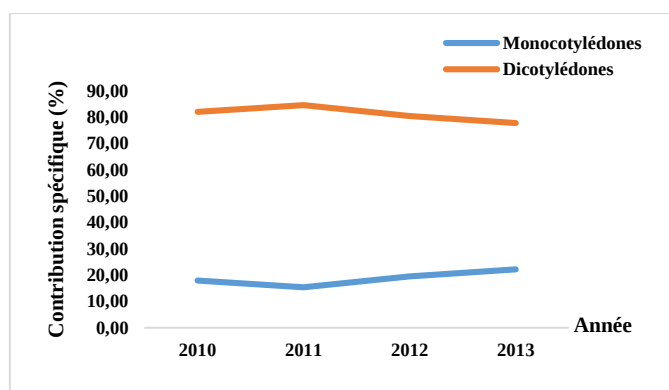


Figure 03 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore de la station 1 dans la région d'Ouargla

Quant à la flore associée aux céréales des champs céréaliers de la station 2, les Monocotylédones sont diminuées très légèrement depuis le premier an de notre expérimentation jusqu'au quatrième, les valeurs de contribution spécifique sont passées de 11.54% (2010) à 10% (2013). Même chose pour les Dicotylédones ; leur proportion dans la flore adventice a légèrement augmenté, elle est passée de ce fait de 88.46% en 2010 à 90% en 2013 (Figure 04).

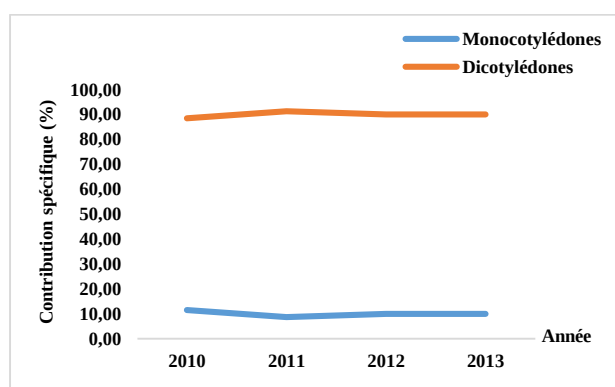


Figure 04 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore de la station 2 dans la région d'Ouargla

La composition de la flore en classes systématiques tend à se stabiliser dans le temps beaucoup plus au sein de la deuxième station que dans la première.

La lecture des graphes représentant l'évolution des proportions des différents groupes constituant le spectre biologique de la flore au sein des deux stations d'étude durant les quatre années ; montre la supériorité remarquable des Thérophytes par rapport au reste des groupes et ce pour la deux stations et pour les quatre campagnes sans exception (Figures 05 et 06).

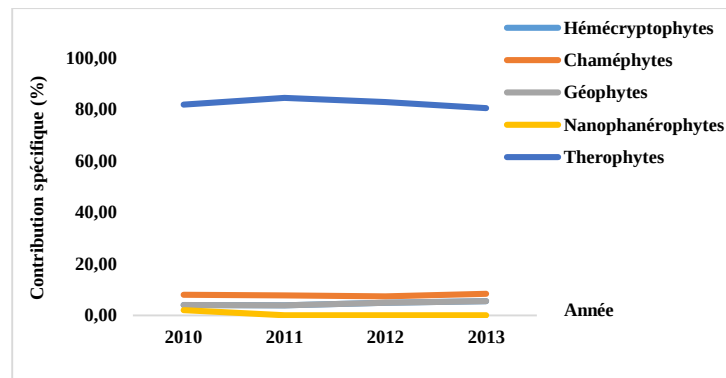


Figure 05 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore de la station 1 dans la région d’Ouargla

Dans la flore de la première station le spectre biologique est à base de cinq groupes ; les contributions spécifiques dans la flore totale fluctuent légèrement entre les quatre campagnes agricoles en augmentant et en diminuant alternativement passant par des valeurs très proches dont l’écart est très faible ; elles sont comprises entre 3,85% et 5,56% pour les Hémicryptophytes entre 7,32% et 8,33% pour les Chaméphytes, entre 00% et 02% pour les Nanophanérophytes et entre 80,56% et 84,62% pour les Thérophytes. Les Nanophanérophytes s’absentent dans la flore à partir de la deuxième année d’étude (Figure 05).

Pour la deuxième station de la région d’Ouargla, le spectre biologique est constitué uniquement de quatre groupes dont les Nanophanérophytes font défaut. L’écart entre la contribution des Thérophytes dans l’effectif spécifique totale et celle des autres groupes biologique est également important à ce niveau. Le nombre d’espèces fournies dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la station 2 est presque le même pour les groupes : Hémicryptophytes, Géophytes et Chaméphytes ; les valeurs de contribution sont comprises entre : 3,85% et 11.54% (Figure 06).

Les Thérophytes sont majoritaires avec comme contribution minimale de 80% de l’effectif spécifique total et 86.96% comme contribution maximale.

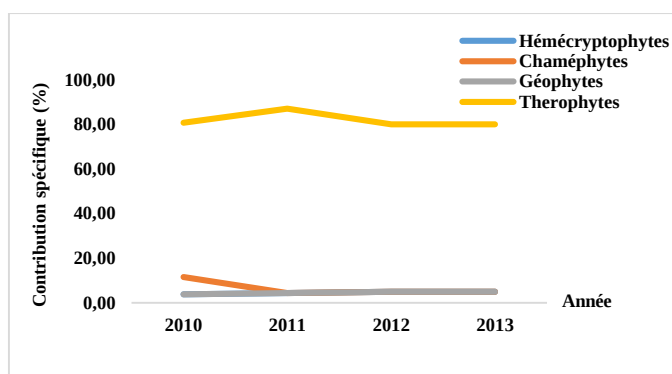


Figure 06 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore de la station 2 dans la région d’Ouargla

On peut conclure pour les stations de la région d’Ouargla que la composition de la flore associée aux céréales est relativement stable et très faiblement variable dans le temps. Les différences de proportions de différents groupes enregistrées entre les quatre ans d’étude sont faibles et on assiste des fois à des mêmes valeurs qui se répètent chaque année.

La variabilité temporelle est plus distinguée chez le groupe des Thérophytes où on peut enregistrer des différences de contribution spécifique entre campagnes relativement remarquables. Elles tendent à diminuer légèrement dans le temps.

Pour toute étude de flore visant la description et l’analyse de l’état de la couverture végétale caractérisant les milieux naturels transformés par le biais des activités agricoles, l’inventaire et le suivi de l’évolution des espèces spontanées de la végétation initiale paraît une étape clé très importante.

Pour notre cas, l’évolution dans le temps de la flore spontanée et la flore introduite constituant la flore associée aux céréales occupant nos agrosystèmes céréaliers est fonction de la station (Figures 07 et 08).

Dans la flore des champs céréaliers de la première station expérimentale, les espèces spontanées sont en augmentation d’une campagne à une autre ; elles deviennent de plus en plus représentatives dans la flore en allant de la campagne 2010 vers la campagne 2013 ; la contribution spécifique a en fait passé de 34% en 2010 à 38.89% en 2013 ; pour la flore introduite sa proportion dans la flore adventice a diminué de 66% en 2010 à 61.11% en 2013.

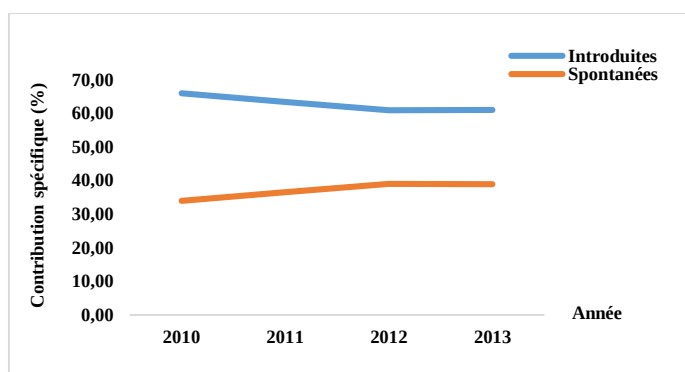


Figure 07 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore de la station 1 dans la région d’Ouargla

Selon les deux courbes ci-dessus, les deux flores tendent vers les deux dernières années de la période d’étude à se stabiliser. L’écart entre les deux flores a diminué également il est passé de 32% en 2010 à 22.22% en 2013.

Quant à la deuxième station, les espèces introduites ont au contraire subi une augmentation de leur contribution spécifique durant la période expérimentale, elle a augmenté de 61,54% (2010) à 65,22% (2011), puis elle s’est stabilisée durant la période comprise entre 2011 et 2013. La flore spontanée est devenue moins représentative vers la fin de notre expérimentation en passant de 38,46% (2010) comme contribution en espèces dans la flore totale à 35,00% (2013) (Figure 08).

La flore introduite malgré cette évolution reste la plus représentative dans la flore des agrosystèmes céréaliers de cette station quelle que soit la campagne agricole ; l’écart entre contributions des deux flores est relativement important et augmente dans le temps, il passe de 23.08% en 2010 à 30% en 2013.

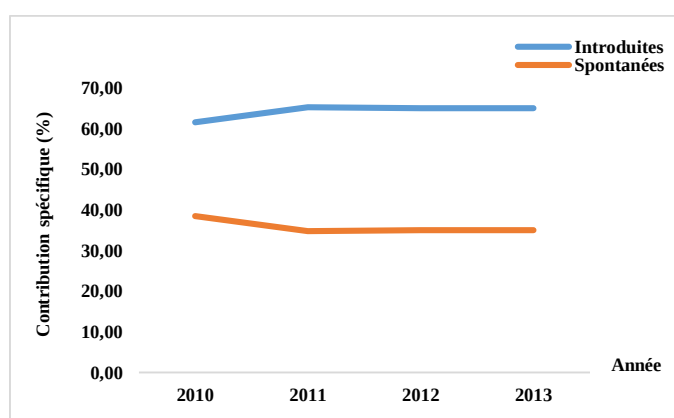


Figure 08 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore de la station 2 dans la région d’Ouargla

Les familles botaniques les plus représentatives dans la flore régionale des agrosystèmes céréaliers conduits sous centre pivots ont montré lors de notre étude qu'elles sont plus stables dans le temps que les autres familles ; leur contribution en espèces dans la flore adventice inventoriée au sein de la région d'Ouargla est presque la même pour les quatre campagnes agricoles retenues pour notre expérimentation.

Exception faite pour la famille des Poaceae qui ont montré au contraire une variabilité importante entre les deux premières et dernières années de la période d'étude dont les contributions spécifiques ont été doublées en passant de 8.16% à 16.33% et la familles des Asteraceae qui ont devenues moins représentatives entre 2010 et 2013 soit une diminution de 02.04% du nombre d'espèces qu'elles fournissent dans la flore des céréales de la région d'étude (Figure 09).

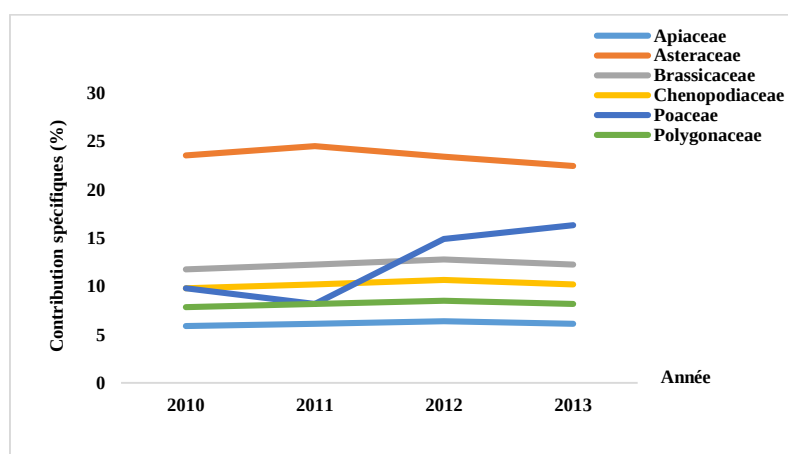


Figure 09 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla

Les Monocotylédones tendent à augmenter leur proportion dans la flore régionale des céréales sous pivots, nous avons enregistré lors de notre étude une augmentation de 08.17% du nombre d'espèces fournies dans la flore inventoriée ; contrairement aux Dicotylédones qui ont régressé dans la flore entre 2010 et 2013 en passant de 89,80% comme contribution spécifique à 81,63%. Le spectre biologique a montré à ce niveau sa stabilité durant notre période d'étude comme pour les autres échelles spatiales retenues pour notre étude.

La flore spontanée a sa place dans la flore totale régionale des champs céréaliers et elle contribue dans cette dernière avec un nombre acceptable de familles botaniques et d'espèces malgré la régression enregistrée entre campagnes agricoles retenues pour notre étude (Figure 10).

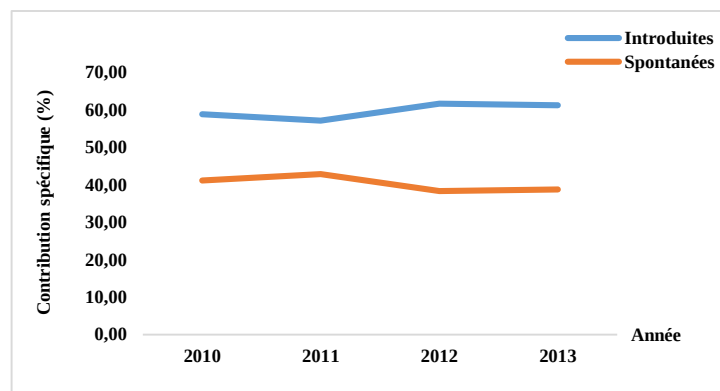


Figure 10 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore associée aux céréales dans la région d’Ouargla

Dans la région de Ghardaïa

Nous avons retenu au sein de cette région 12 pivots appartenant à deux stations d'étude ; nous avons suivi les modifications de composition et de structure touchant la flore des champs céréaliers répartis sur l'ensemble des stations durant les quatre années d'expérimentation (Tableau 46).

Tableau 46 – Variabilité dans le temps de composition systématique de la flore associée dans la région de Ghardaïa

Station	Pivot	2010			2011			2013			2014		
		NF	NG	NE	NF	NG	NE	NF	NG	NE	NF	NG	NE
Station 1	P1	12	25	28	09	17	21	10	22	25	11	22	25
	P2	10	12	13	11	14	15	13	26	31	12	22	27
	P3	08	11	13	08	11	13	11	20	22	10	16	17
Station 2	P1	10	16	17	09	15	17	13	12	21	12	19	21
	P2	09	14	15	09	17	19	12	17	19	09	15	17
	P3	14	25	30	14	25	27	13	21	23	13	21	24
	P4	09	13	14	08	11	11	05	06	06	04	05	05
	P5	05	05	06	05	05	06	11	21	23	12	23	26
	P6	04	04	04	04	05	06	10	18	22	10	18	22
	P7	08	14	14	08	15	15	06	13	13	05	11	11
	P8	04	04	04	04	04	04	10	19	22	10	19	22
	P9	06	19	20	06	19	20	06	13	14	05	09	10

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, on constate que le nombre de familles botaniques et d'espèces constituant la flore associée à la céréale mise en place au sein des pivots est variable pour le même pivot d'une campagne agricole à une autre. Les pivots dont le nombre de familles botaniques contributives dans la flore a significativement changé au cours des années d'étude sont : P4, P5, P6 et P8 de la deuxième station ; il a plus que doublé pour la flore des pivots P5, P6 et P8 et il est réduit à sa moitié pour la flore du pivot 4.

Pour le reste des pivots, la différence entre campagnes est faible dont les écarts sont compris entre 1 et 2 ; la richesse en familles botanique augmente au fil des quatre ans pour des pivots, diminue pour d'autres et reste relativement la même pour d'autres.

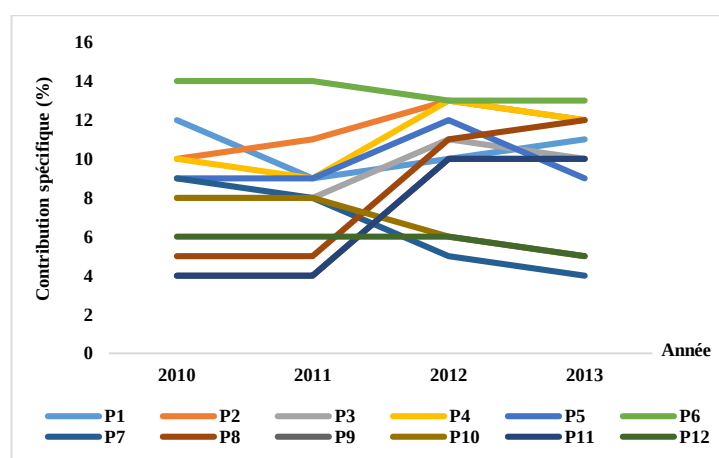


Figure 11 – Evolution dans le temps du nombre de familles botaniques dans la flore associée aux céréales dans la région de Ghardaïa

Contrairement à la région d'Ouargla, la quasi-totalité des pivots céréaliers ont subi une modification importante du nombre d'espèces adventices constituant leur flore associée durant la période d'étude comprise entre 2010 et 2013. Le nombre d'espèces constituant la flore a passé entre 2010 et 2013 au sein de la station 1 ; de 13 à 27 pour la flore du pivot 2 et de 13 à 22 pour la flore du P3 ; au sein de la station 2 le nombre d'espèces adventices dans la céréale cultivée a passé de 30 à 23 pour la flore du P3 ; de 14 à 5 pour le pivot 4, de 6 à 26 pour P5 et de 4 à 22 espèces pour les pivots P6 et P8.

Les différences de richesses en espèces de la flore adventice entre première et dernière campagne d'étude sont significatives, elles sont respectivement pour les pivots ci-dessus de l'ordre de : +14, +9, -7, -9, +20 et +18.

Les résultats montrent que la flore associée des pivots de cette région est moins stable dans le temps que celle inventoriée au sein des pivots de la région d'Ouargla. La richesse spécifique fluctue relativement de façon plus importante à ce niveau (Figure 12).

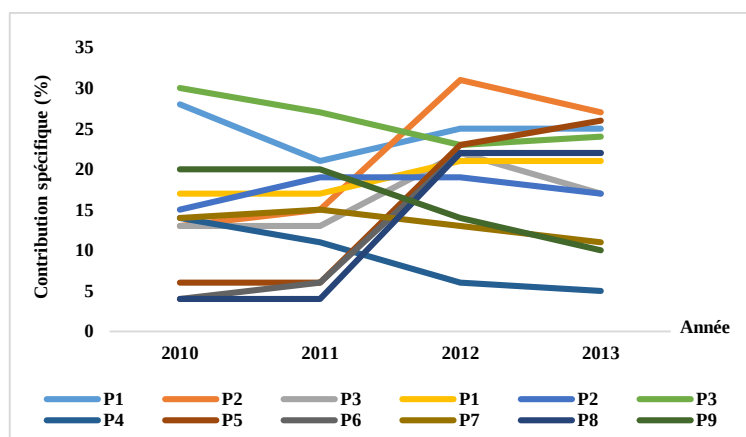


Figure 12 – Evolution dans le temps du nombre d'espèces dans la flore associée aux céréales dans la région de Ghardaïa

Pour les classes botaniques, la variabilité est assez prononcée comme celle des espèces et de familles botaniques ; on a constaté que les proportions des classes botaniques ont significativement varié au cours des années de notre expérimentation et ce, dans la quasi-totalité des pivots des deux stations expérimentales (Tableau 47).

Tableau 47 – Variabilité temporelle de la contribution des classes botaniques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Station	Pivot	Année							
		2010		2011		2012		2013	
		M	D	M	D	M	D	M	D
Station 1	P1	14,29	85,71	19,05	80,95	16,00	84,00	16,00	84,00
	P2	7,69	92,31	6,67	93,33	9,68	90,32	7,41	92,59
	P3	7,69	92,31	7,69	92,31	13,64	86,36	17,65	82,35
Station 2	P4	5,88	94,12	5,88	94,12	4,76	95,24	4,76	95,24
	P5	6,67	93,33	5,26	94,74	5,26	94,74	5,88	94,12
	P6	10,00	90,00	11,11	88,89	0,00	100,00	0,00	100,00
	P7	7,14	92,86	9,09	90,91	16,67	83,33	20,00	80,00
	P8	16,67	83,33	16,67	83,33	13,04	86,96	11,54	88,46
	P9	25,00	75,00	16,67	83,33	4,55	95,45	4,55	95,45
	P10	21,43	78,57	26,67	73,33	15,38	84,62	9,09	90,91
	P11	25,00	75,00	25,00	75,00	4,55	95,45	4,55	95,45
	P12	15,00	85,00	15,00	85,00	21,43	78,57	30,00	70,00

Les pivots dont la proportion des Monocotylédones a fortement changé entre 2010 et 2013 sont : P3 (7.69%, 17.7%), P6 (11.1%, 00%), P7 (7.14%, 20%), P9 et P11 (25.4%, 55%), P10 (26.7%, 9.09%) et P12 (15%, 30%) soit des différences entre Mon et Dico respectives de l'ordre de : +9.96%, -11.11%, +12.86%, 20.45%, -17.58% et +15%. Pour le reste des pivots la variabilité est moins importante et les Monocotylédones tendent beaucoup plus vers la stabilisation dans le temps. Quant aux Dicotylédones, leur proportion dans la flore est dépendante de celle des Monocotylédones, elles suivent de ce fait la même évolution au cours des quatre ans d'étude.

Comme pour les classes botaniques, l'évolution du spectre biologique de la flore des pivots céréaliers a été également analysée en se basant sur les contributions spécifiques de chacun des groupes biologiques constituant le spectre biologique de la flore associée de chaque pivot et ce, durant la période étalée entre les campagnes 2010/2011 et 2012/2013. Les données sont bien illustrées dans le tableau 48.

Tableau 48 – Variabilité temporelle de la contribution des groupes biologiques dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

Groupe	Station	Pivot	Contribution spécifique (%)			
			2010	2011	2012	2013
Hémicryptophytes	Station 1	P1	14,29	14,29	12,00	12,00
		P2	7,69	13,33	16,13	14,81
		P3	0,00	0,00	18,18	17,65
	Station 2	P4	0,00	11,76	4,76	9,52
		P5	0,00	0,00	5,26	5,88
		P6	0,00	0,00	4,35	4,17
		P7	7,14	9,09	0,00	0,00
		P8	0,00	0,00	8,70	7,69
		P9	0,00	0,00	4,55	4,55
		P10	14,29	13,33	7,69	18,18
		P11	0,00	0,00	4,55	4,55
		P12	0,00	0,00	0,00	0,00
Chaméphytes	Station 1	P1	3,57	4,76	4,00	4,00
		P2	0,00	0,00	3,23	3,70
		P3	7,69	7,69	9,09	11,76
	Station 2	P4	0,00	0,00	0,00	0,00
		P5	0,00	0,00	5,26	5,88
		P6	6,67	7,41	8,70	8,33
		P7	0,00	0,00	0,00	0,00
		P8	16,67	16,67	0,00	3,85
		P9	0,00	0,00	0,00	0,00
		P10	7,14	6,67	7,69	9,09
		P11	0,00	0,00	0,00	0,00
		P12	10,00	10,00	0,00	0,00

Géophytes	Station 1	P1	7,14	9,52	8,00	8,00
		P2	15,38	13,33	6,45	7,41
		P3	7,69	7,69	4,55	5,88
	Station 2	P4	17,65	5,88	14,29	9,52
		P5	13,33	10,53	5,26	5,88
		P6	10,00	11,11	8,70	8,33
		P7	7,14	9,09	0,00	0,00
		P8	0,00	0,00	8,70	7,69
		P9	25,00	16,67	4,55	4,55
		P10	14,29	13,33	15,38	9,09
		P11	25,00	25,00	4,55	4,55
		P12	5,00	5,00	7,14	10,00
Nanophanérophytes	Station 1	P1	0,00	0,00	0,00	0,00
		P2	0,00	0,00	0,00	0,00
		P3	0,00	0,00	0,00	0,00
	Station 2	P4	0,00	0,00	0,00	0,00
		P5	0,00	0,00	0,00	0,00
		P6	3,33	3,70	0,00	0,00
		P7	0,00	0,00	0,00	0,00
		P8	0,00	0,00	0,00	0,00
		P9	0,00	0,00	0,00	0,00
		P10	7,14	6,67	0,00	0,00
		P11	0,00	0,00	0,00	0,00
		P12	0,00	0,00	0,00	0,00
Thérophytes	Station 1	P1	78,57	71,43	76,00	64,00
		P2	76,92	73,33	74,19	74,07
		P3	84,62	84,62	68,18	64,71
	Station 2	P4	82,35	82,35	80,95	80,95
		P5	86,67	89,47	84,21	82,35
		P6	80,00	77,78	78,26	79,17
		P7	85,71	81,82	100,00	100,00
		P8	83,33	83,33	82,61	80,77
		P9	75,00	83,33	90,91	90,91
		P10	57,14	60,00	69,23	63,64
		P11	75,00	75,00	90,91	90,91
		P12	85,00	85,00	92,86	90,00

Pour le groupe des Thérophytes, le plus dominant dans la flore dans tous les pivots quelle que soit la campagne agricole et dont la contribution spécifique dans la flore adventice est supérieure à 50% ; on note une variabilité temporelle progressive pour les pivots P2 et P3 de la première station P7, P9 et P11 de la deuxième station.

Pour le reste des pivots les variations sont d'importance variable selon le pivot et la campagne ; les valeurs fluctuent d'une année à une autre en passant par des valeurs hautes et d'autres basses alternativement pour le même pivot. A noter que malgré cette variable, les différences de contribution enregistrées entre années ne sont pas assez grandes comme pour les la richesse en espèces et en familles botaniques et les classes botaniques.

Les Nanophanérophytes n'ont été relevés qu'au niveau du sixième et dixième pivot au sein de la deuxième station d'étude. Elles ont montré une évolution régressive dans le temps ; elles ont fini par disparaître dans la flore de ces deux pivots vers les deux dernières campagnes agricoles.

Les Géophytes classées en deuxième position après Thérophytes ont subi une diminution de leur effectif spécifique durant la période entre 2010 et 2013 dans la flore des pivots : P2 P3 P5 P9 et P11 ; Les proportions ont été diminuées respectivement de : -7.97%, -1.81%, -7.45% et -20.45%. Pour le reste des pivots les contributions spécifiques fluctuent mais la tendance générale reste la régression dans le temps de ce groupe biologique dans la flore des céréales au sein de la région de Ghardaïa.

Au contraire, les Chaméphytes ont montré une progression continue durant les quatre ans d'étude pour la totalité des pivots retenus au sein des deux stations. Exception faite pour P8 et P12 où les contributions en espèces dans la flore ont fortement baissé. Les Hémicryptophytes ; faiblement fréquentes dans le temps et dans l'espace suivent une évolution temporelle irrégulière de diverses tendances.

Leur contribution augmente pour certains pivots, se stabilise pour d'autre ou finit par diminuer jusqu'à disparition pour certains d'autres. Elles se sont signalées absentes pour pas mal de campagnes et au sein de pas mal de pivots ; une fois signalées dans la flore elles se présentent sous faibles proportions inférieures dans la totalité des cas à 20%.

Les deux flores spontanée et introduite faisant partie de flore totale de chaque pivot, sont également suivies dans leur évolution durant les quatre ans correspondant à notre période expérimentale. Les résultats relatifs aux valeurs de contribution spécifique de chacune d'elles par pivot et par campagne agricole sont présentés dans le tableau 49.

Tableau 49 – Variabilité temporelle de la contribution des plantes introduites et spontanées dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa

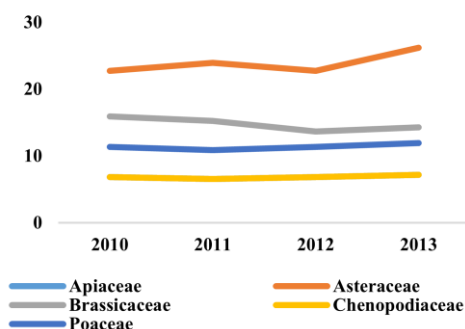
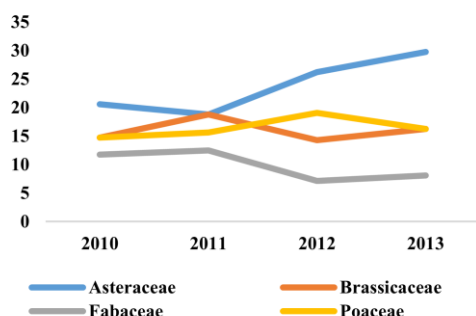
Station	Pivot	Année							
		2010		2011		2012		2013	
		Int	Spt	Int	Spt	Int	Spt	Int	Spt
Station 1	P1	60,71	39,29	71,43	28,57	64,00	36,00	64,00	36,00
	P2	84,62	15,38	66,67	33,33	58,06	41,94	62,96	37,04
	P3	84,62	15,38	76,92	23,08	68,18	31,82	64,71	35,29
Station 2	P4	76,47	23,53	76,47	23,53	80,95	19,05	76,19	23,81
	P5	86,67	13,33	84,21	15,79	89,47	10,53	94,12	5,88
	P6	76,67	23,33	51,85	48,15	65,22	34,78	66,67	33,33
	P7	85,71	14,29	81,82	18,18	83,33	16,67	80,00	20,00
	P8	100,00	0,00	100,00	0,00	73,91	26,09	76,92	23,08
	P9	75,00	25,00	83,33	16,67	68,18	31,82	68,18	31,82
	P10	57,14	42,86	60,00	40,00	76,92	23,08	81,82	18,18
	P11	75,00	25,00	75,00	25,00	68,18	31,82	68,18	31,82
	P12	60,00	40,00	60,00	40,00	78,57	21,43	80,00	20,00

Les proportions de la flore spontanées sont moins importantes que celles de la flore introduite dans tous les pivots et quelle que soit la campagne. Les autochtones présentent une évolution progressive dans sept pivots sur 12. Il s'agit des pivots P2, P3, P6, P7, P8, P9 et P11 ; les proportions des espèces autochtones augmentent progressivement ou fluctuent en se modifiant mais finissent par avoir une valeur supérieure à celle enregistrée au début de notre étude.

Les augmentations de contributions sont faibles à acceptables comprises entre : 5,71% et 23,08% de l'effectif spécifique total. Pour les autres pivots la proportion des plantes autochtones a au contraire diminué ; les baisses de contributions spécifiques étaient comprises entre -0.28% et -24.68% de l'effectif spécifique total.

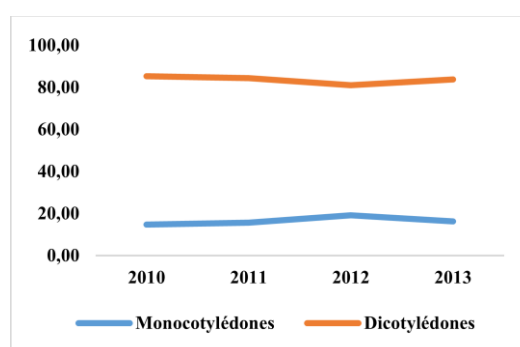
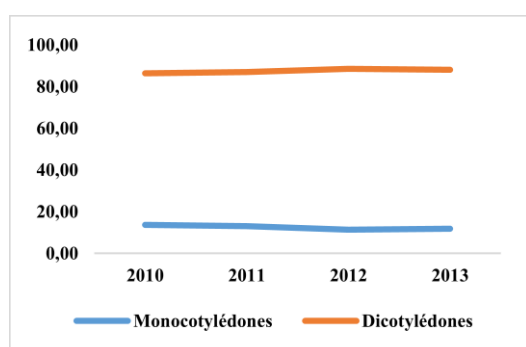
Au niveau des stations, la représentativité des familles botaniques au sein de la flore adventice est de même que pour les pivots, subi des changements au cours du temps en augmentant ou en diminuant légèrement ou de façon significatif tout en fonction de l'année et du pivot. Le suivi a concerné les familles botaniques les plus contributives seulement il s'agit en affectant à chacune les valeurs maximale et minimale de contribution enregistrées entre 2010 et 2013 des familles suivantes : Asteraceae (18.75%, 2011 et 29.73%, 2013), Brassicaceae (14,29%, 2012 et 18,75%, 2011), Fabaceae (07,14%, 2012 et 12,50%, 2011) et Poaceae (14,71%, 2010 et 19,05%, 2012) pour la première station ; et des : Asteraceae (22,73%, 2010 et 26,19%, 2013), Brassicaceae (13,64%, 2012 et 15,91%, 2010), Poaceae (10,87%, 2011 et 11,90%, 2013), Chenopodiaceae et Apiaceae (6,52%, 2011 et 7,14%, 2013) pour la deuxième.

En générale pour les deux stations de la région de Ghardaïa ; les familles botaniques dominantes tendent à augmenter leur contribution spécifique dans la flore de l'an 2010 à l'an 2013 sauf les Fabaceae pour la station 1 et les Brassicaceae pour la station 2 qui ont au contraire régressé (Figures 13 et 14).



Figures 13, 14 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des familles botaniques dominantes dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa

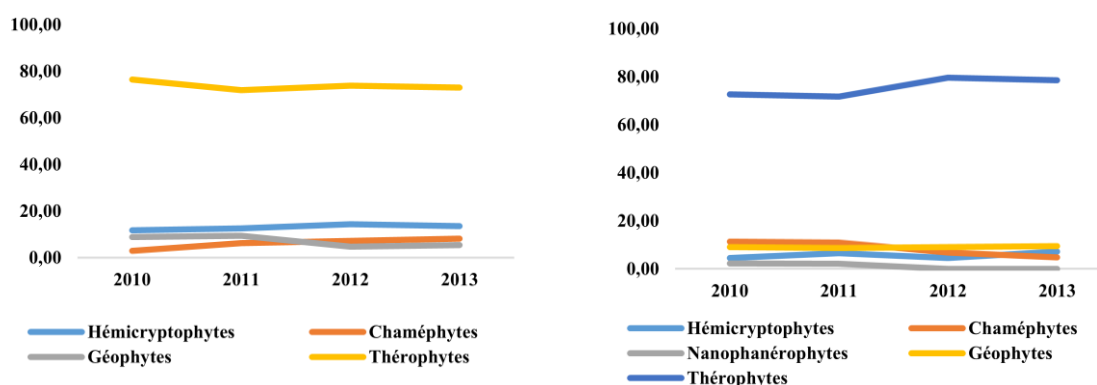
Les Monocotylédones et les Dicotylédones ne s'échappent pas des effets des facteurs externes de diverses natures sur leurs proportions dans la flore adventice associée aux céréales à travers les années. La classe des monocotylédones présente deux comportements différents entre les deux stations d'études retenues dans la région de Ghardaïa ; elles suivent une évolution progressive de l'an 2010 vers l'an 2013 dans la station 1 (14.71%, 2010 et 16.22%, 2013) et au contraire se régressent dans la flore de la deuxième station pour le même intervalle de temps (13.64%, 2010 et 11.90%, 2013).



Figures 15, 16 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des classes botaniques dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa

L'analyse de la variabilité dans le temps des contributions spécifiques des groupes constituant le spectre biologique fait ressortir l'absence du groupe des Phanérophytes au sein de la flore des agrosystèmes céréaliers de la première station ; les Hémicryptophytes (11.76%, 2010 et 13.51%, 2013) et les Chaméphytes (02.94%, 2010 et 08.11%, 2013) sont d'évolution progressive contrairement aux Géophytes (08.82%, 2010 et 05.41%, 2013) et Thérophytes (76.47%, 2010 et 72.97%, 2013) qui ont montré une évolution régressive dans le temps.

Le spectre biologique de la flore associée aux céréales dans la station 2 a été caractérisé au contraire par la progression de la proportion des Hémicryptophytes (4,55% et 7,14%) et des Thérophytes (72,73% et 78,57%) durant la période étalée entre 2010 et 2013 ; les Chaméphytes (11,36% et 4,76%), Nanophanérophytes (2,27% et 00%) ont eu une baisse de leur proportion dans la flore alors que les Géophytes (9,09% et 9,52%) ont gardé une certaine stabilité relative du nombre d'espèces qu'elles fournissent dans la flore adventice de céréales dans la deuxième station (Figures 17 et 18).



Figures 17, 18 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des groupes biologiques dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa

Les deux flores autochtone et allochtone suivent pour les deux stations durant la période entre 2010 et 2013 des sens d'évolution inversés ; les espèces introduites deviennent de plus en plus représentatives dans la flore totale de la station 2 (56,82% à 69,05%) et deviennent moins contributives dans le temps au sein de la station 1 (70,59% à 62,16%). Le contraire pour l'évolution de la flore spontanée (Figures 19 et 20).



Figures 19, 20 – Evolution dans le temps de la contribution spécifique des plantes introduites et spontanées dans la flore des stations 1 et 2 de la région de Ghardaïa

Les proportions des deux flores dans la flore totale des pivots tendent à se rapprocher dans le temps dans la première station ; contrairement à la deuxième station où on note que la différence de contribution en espèces dans la flore associée entre espèces autochtones et allochtones devient de plus en plus importante avec le temps.

III.2.2. Variabilité des caractéristiques quantitatives

Il s'agit de l'étude de la variabilité entre campagnes agricoles des indices écologiques relevés et calculés lors de notre étude sur sites expérimentaux de la flore et des différentes espèces inventoriées dans les deux régions d'étude. Pour chaque région, l'évolution des caractéristiques quantitatives est analysée au niveau de chaque pivot céréaliier puis au sein de chaque station pour les espèces adventices communes en fonction de l'échelle spatiale (pivot, station, région).

III.2.2.1. Indices de Richesse et Diversité spécifiques

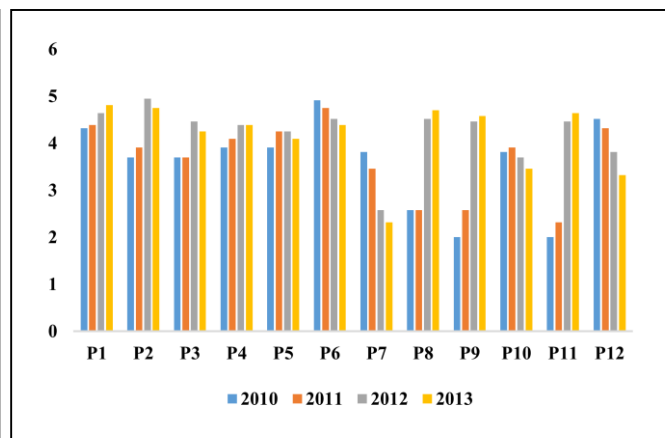
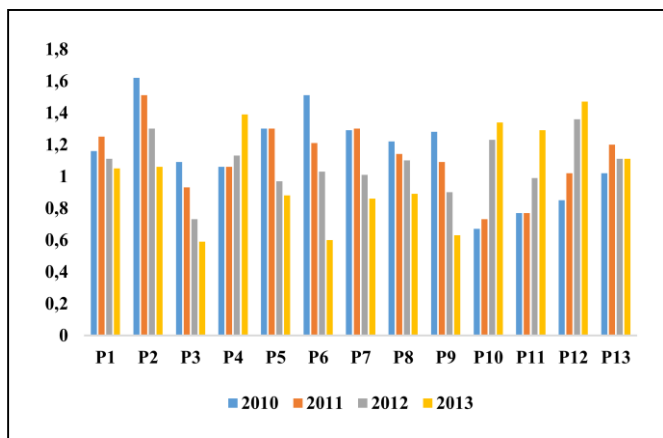
L'étude de leur variabilité dans le temps reflète le sens d'évolution de la flore adventice des champs céréaliiers et donc la nature de la dynamique temporelle caractérisant ces derniers. Ces indices sont calculés pour les flores inventoriées dans les pivots des différentes stations retenues dans nos régions d'étude durant les quatre années d'étude comme il est indiqué dans le tableau 50.

Tableau 50 – Variabilité temporelle des indices de richesse et de diversité spécifiques au sein des pivots céréaliers des régions d'étude

R	S	P	2010			2011			2012			2013		
			S	H'	H _{Max}	S	H'	H _{Max}	S	H'	H _{Max}	S	H'	H _{Max}
R1	S1	P1	21	1.16	4.39	27	1.25	4.75	20	1.11	4.32	19	1.05	4.25
		P2	42	1.62	5.39	39	1.51	5.29	33	1.30	5.04	27	1.06	4.75
		P3	16	1.09	4.00	14	0.93	3.81	11	0.73	3.46	09	0.59	3.17
		P4	19	1.06	4.25	19	1.06	4.25	17	1.13	4.09	21	1.39	4.39
		P5	18	1.30	4.17	18	1.30	4.17	11	0.97	3.46	10	0.88	3.32
		P6	25	1.51	4.64	20	1.21	4.32	17	1.03	4.09	10	0.60	3.32
		P7	18	1.29	4.17	18	1.30	4.17	14	1.01	3.81	12	0.86	3.58
		P8	30	1.22	4.91	28	1.14	4.81	19	1.10	4.25	15	0.89	3.91
		P9	20	1.28	4.32	17	1.09	4.09	10	0.90	3.32	07	0.63	2.81
		P10	12	0.67	3.58	13	0,73	3.70	22	1.23	4.46	24	1.34	4.58
		P11	10	0.77	3.32	10	0,77	3.32	13	0.99	3.70	17	1.29	4.09
		P12	15	0.85	3.91	18	1,02	4.17	24	1.36	4.58	26	1.47	4.70
	S2	P13	23	1.02	4.52	27	1.20	4.75	19	1.11	4.25	19	1.11	4.25
R2	S1	P1	20	0.96	4.32	21	1.01	4.39	25	1.19	4.64	28	1.33	4.81
		P2	13	0.84	3.70	15	0.98	3.91	31	1.29	4.95	27	1.12	4.75
		P3	13	0.84	3.70	13	0.84	3.70	22	1.27	4.46	19	1.09	4.25
	S2	P1	15	0.97	3.91	17	1.11	4.09	21	1.26	4.39	21	1.26	4.39
		P2	15	1.03	3.91	19	1.31	4.25	19	1.72	4.25	17	1.53	4.09
		P3	30	1.38	4.91	27	1.25	4.75	23	1.22	4.52	21	1.11	4.39
		P4	14	1.19	3.81	11	0.94	3.46	06	0.73	2.58	05	0.60	2.32
		P5	06	0.60	2.58	06	0.60	2.58	23	0.90	4.52	26	1.01	4.70
		P6	04	0.40	2.00	06	0.60	2.58	22	1.07	4.46	24	1.16	4.58
		P7	14	0.89	3.81	15	0.96	3.91	13	01	3.70	11	0.84	3.46
		P8	04	0.49	2.00	05	0.62	2.32	22	1.40	4.46	25	1.59	4.64
		P9	23	1.40	4.52	20	1.22	4.32	14	0.81	3.81	10	0.57	3.32

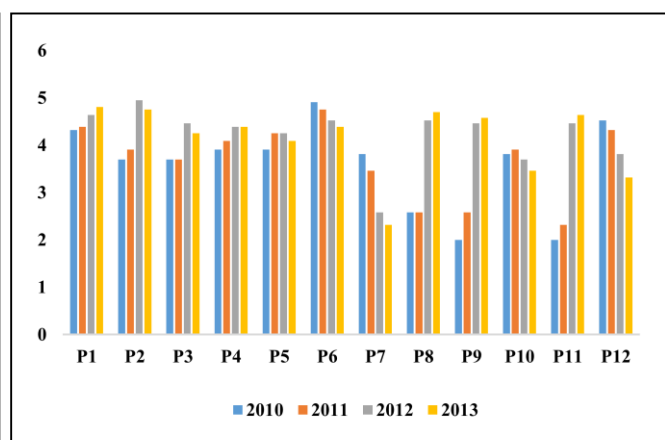
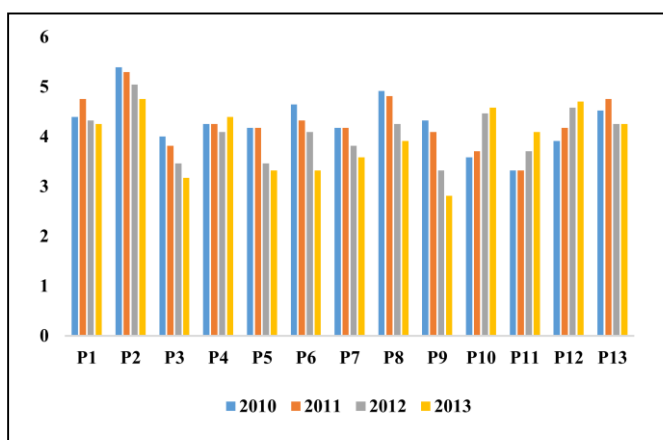
La lecture des résultats relatifs au nombre d'espèces inventoriées au sein de la flore associée de chaque pivot céréalière dans les régions d'études ainsi que la diversité floristique des flores et la répartition de l'effectif total de ces dernières sur les espèces qui les constituent ; fait ressortir l'évolution simultanée et dans le même sens des trois indices de richesse et de diversité et ce pour la totalité des sites expérimentaux sans exception.

L'augmentation de la richesse spécifique de la flore du pivot dans le temps implique dans notre cas une augmentation de la diversité moyenne et celle maximale et vice versa. Ces indices évoluent différemment entre pivots (de la même station ou de stations et de régions différentes) ; on distingue des évolutions progressives et d'autres régressives, significatives ou négligeables plus proches à la stabilité dans le temps que de la variabilité, des fois elles sont régulières d'une année à une autre et des fois sont irrégulières et aléatoires s'effectuant de façon alternative.



Figures 21, 22 – Evolution dans le temps de la diversité spécifique moyenne (H') de la flore des Agrosystèmes céréaliers des deux régions d'étude entre 2010 et 2013

La flore est devenue de moins en moins diversifiée avec le temps dans les pivots P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8 et P9 au sein de la première station dans la région d'Ouargla ; alors que dans la région de Ghardaia cetaient les pivots P6, P7, P10 et P12 de la station expérimentale 2, dont la flore associée a présenté une diminution de la valeur de sa diversité moyenne (H') entre les campagnes 2010 et 2013. La majorité des pivots retenus au sein des stations d'étude de la région de Ghardaia ont connu une augmentation de la valeur de diversité moyenne (H') de leur flore adventice entre les campagnes 2010 et 2013 ; il s'agit des pivots P1, P2 et P3 de la première station d'étude et P4, P5, P8, P9 et P11 de la station expérimentale 2. Pour la région d'Ouargla le nombre de pivots au niveau des quels nous avons enregistré une augmentation de la diversité spécifique moyenne est presque égale à celui des pivots dont la diversité floristique a regressé ; il s'agit des pivots : P4, P7, P10, P11 et P12 dans la première station d'étude et P13 dans la deuxième.



Figures 23, 24 – Evolution dans le temps de la diversité spécifique maximale (H'_{Max}) de la flore des Agrosystèmes céréaliers des deux régions d'étude entre 2010 et 2013

On enregistre les mêmes résultats commentés ci-dessus pour l'évolution de la diversité maximale, la diversité maximale de la flore adventice de chaque pivot céréalière évolue de la même manière que la diversité des taxons constituant cette même flore. Les pivots concernés par l'augmentation de la diversité moyenne sont les mêmes pivots dont la diversité maximale a augmenté et ce, pour les deux régions d'étude (Figures 23, 24).

L'évolution du nombre d'espèces constituant la flore du pivot dans le temps ne détermine pas forcément celle des diversités floristiques. Pour certains pivots la diminution entre campagnes agricoles du nombre d'espèces inventoriées au sein de la flore associée n'implique pas la diminution de la diversité floristique (ex. P13 au sein de la S2 dans la R2).

III.2.2.2. Indice d'Abondance / Dominance (Recouvrement)

L'évolution temporelle de l'abondance des espèces adventices inventoriées au sein des flores associées des différents champs céréalières détermine leur importance sur le plan agronomique ainsi qu'écologique ; elle reflète l'évolution du pouvoir envahissant au cours des campagnes agricoles des messicoles surtout exotiques et l'état de dégradation de la flore spontanée autochtone.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des régions d'étude au cours des quatre campagnes sont illustrés dans le tableau 51. D'après le tableau, on classe les espèces inventoriées communes aux agrosystèmes céréalières des régions d'étude en trois groupes en fonction de l'évolution de leurs indices d'abondance dominance entre les campagnes 2010 et 2013.

Tableau 51 – Variabilité temporelle de l'indice d'Abondance /Dominance des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude

Espèces	2010		2011		2011		2012	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	2	2	2	2	r	2	r	1
<i>Anagallis arvensis</i>	r	2	1	2	2	1	2	1
<i>Androcymbium punctatum</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	1	r	1	r	r	2	r	2
<i>Bassia muricata</i>	1	0	1	0	r	r	0	1
<i>Beta vulgaris</i>	2	1	2	1	2	2	2	3
<i>Bromus madritensis</i>	3	3	4	3	3	4	3	4
<i>Calendula aegyptiaca</i>	r	1	r	1	r	r	r	r
<i>Calendula bicolor</i>	r	1	r	1	r	r	r	r
<i>Carthamus eriocephalus</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Centaurea microcarpa</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Chenopodium album</i>	1	2	2	2	2	2	2	2
<i>Chenopodium murale</i>	2	2	2	2	2	2	2	3
<i>Cotula cinerea</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Cynodon dactylon</i>	2	2	3	2	2	3	2	2
<i>Daucus carota</i>	r	1	r	1	1	2	r	2
<i>Diplotaxis harra</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Echium humile</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Launaea glomerata</i>	1	r	1	r	1	r	1	r
<i>Launaea resedifolia</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Lavatera critica</i>	r	1	r	1	1	r	1	r
<i>Lolium multiflorum</i>	2	2	3	2	2	3	2	2
<i>Malcolmia africana</i>	r	0	r	r	r	1	r	1
<i>Malva parviflora</i>	r	1	r	1	1	2	r	2
<i>Megastoma pusillum</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Melilotus indica</i>	2	2	2	1	2	r	2	r
<i>Melilotus infesta.</i>	2	1	1	2	1	2	1	1
<i>Neurada procumbens</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Oudneya Africana</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Phalaris paradoxa</i>	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Pholiorus incornus</i>	1	2	1	2	1	2	r	2
<i>Poa trivialis</i>	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Polygonum argyrochloleum</i>	2	1	2	2	3	2	2	2
<i>Polygonum aviculare</i>	2	2	2	2	3	2	3	3
<i>Rapistrum rugosum</i>	r	r	r	1	r	2	r	1
<i>Rubia perigrina</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Scandix hispanicus</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Scandix pecten - veneris</i>	1	1	r	1	1	2	1	1
<i>Senecio vulgaris</i>	1	r	1	r	1	r	r	2
<i>Sinapis arvensis</i>	1	r	1	r	1	r	r	r
<i>Sonchus asper</i>	1	r	1	r	1	r	1	r
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1	2	1	2	1	2	2
<i>Sphenopus divaricatus</i>	1	1	r	1	1	1	1	1
<i>Suaeda fruticosa</i>	r	r	r	r	r	r	r	r
<i>Zygophyllum album</i>	r	r	r	r	r	r	r	r

On distingue d'après nos résultats :

Groupe des espèces qui ont gardé le même indice d'abondance dominance au cours de la période expérimentale, il s'agit des espèces : *Amaranthus hybridus*, *Androcymbium punctatum*, *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Cotula cinerea*, *Diploaxis harra*, *Echium humile*, *Launaea glomerata*, *Launaea resedifolia*, *Megastoma pusillum*, *Neurada procumbens*, *Oudneya Africana*, *Phalaris paradoxa*, *Poa trivialis*, *Rubia perigrina*, *Scandix hispanicus*, *Sonchus asper*, *Suaeda fruticosa* et *Zygophyllum album*. Ces espèces sont en totalité des espèces rares et qui ont resté rares avec un indice d'abondance dominance très faible (r) durant les quatre années d'étude au sein des deux régions.

Les espèces : *Beta vulgaris*, *Calendula aegyptiaca*, *Calendula bicolor*, *Chenopodium murale*, *Malcolmia africana*, *Melilotus indica* et *Rapistrum rugosum* ont gardé la même abondance dominance dans la flore des pivots de la région 1 ; alors que dans la flore des pivots de la deuxième région d'étude ce sont plutôt les espèces : *Chenopodium album*, *Pholiorus incorvus*, *Sinapis arvensis* et *Sphenopus divaricatus* qui ont resté avec la même abondance dominance entre 2010 et 2013.

Par rapport aux autres espèces rares dans la flore ; *Beta vulgaris*, *Chenopodium murale*, *Chenopodium album*, *Melilotus indica* et *Pholiorus incorvus* ont gardé un indice d'abondance dominance relativement important (2).

Groupe des espèces ayant devenues plus abondantes suite à l'augmentation de leur indice d'abondance dominance au cours de la période expérimentale ; il s'agit, avec respectivement les valeurs d'abondance dominance enregistrées pour 2010 et 2013, des espèces ; *Polygonum aviculare* (de 2 à 3) et *Sonchus oleraceus* (de 1 à 2) au sein des deux stations ; *Anagallis arvensis* (de r à 2), *Chenopodium album* (de 1 à 2) et *Lavatera critica* (de r à 1) pour la région 1. *Atriplex dimorphostegia* (de r à 3), *Bassia muricata* (de 0 à 1), *Beta vulgaris* (de 1 à 3), *Bromus madritensis* (de 3 à 4), *Chenopodium murale* (de 2 à 3), *Daucus carota* (de 1 à 2), *Malcolmia africana* (de 0 à 1), *Malva parviflora* (de 1 à 2), *Polygonum argyrocholeum* (de 1 à 2) et *Senecio vulgaris* (de r à 2) dans la flore de la région 2.

Le reste des espèces communes aux régions d'étude constituent le troisième groupe relatif aux espèces ayant subi une diminution de leur abondance dominance. Il s'agit des espèces : *Anacyclus cyrtolepidioides* (2, r) ; *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia muricata*, *Melilotus infesta*, *Pholiorus incorvus*, *Senecio vulgaris* et *Sinapis arvensis* dans la flore associée de la première région. *Anagallis arvensis*, *Calendula aegyptiaca*, *Calendula bicolor*, *Lavatera critica* et *Melilotus indica* dans les agrosystèmes céréaliers de la deuxième région. Les diminutions de l'indice d'abondance dominance dans le temps varient selon l'espèce et selon la région, elles sont comprises entre -1 et -2.

On note selon ces résultats que la répartition des espèces communes appartenant à la flore adventice des champs céréaliers sur les trois groupes d'évolution d'abondance dominance n'est pas la même ; une même espèce peut présenter deux manières d'évolution en changeant le site.

III.2.2.3. Fréquence d'occurrence et constance

Le tableau 52 résume les données relatives à la fréquence centésimale des espèces adventices communes aux agrosystèmes céréaliers des régions d'étude enregistrées durant la période d'étude comprise entre 2010 et 2013.

Les espèces communes aux agrosystèmes céréaliers des régions d'étude se classent en trois groupes en fonction du sens d'évolution de leur fréquence centésimale ou d'occurrence. Les espèces changent leur dynamique entre les deux régions et leur fréquence évolue différemment entre 2010 et 2013 (Tableau 52).

Sur les 46 espèces adventices des céréales six espèces seulement ont montré la même variabilité temporelle de leur fréquence pour les deux régions d'étude ; il s'agit des espèces : *Amaranthus hybridus*, *Androcymbium punctatum*, *Atriplex dimorphostegia*, *Chenopodium album*, *Lavatera critica* et *Zygophyllum album*. La fréquence centésimale de ces espèces a diminué en allant de l'année 2010 vers l'an 2013 (Tableau 52).

Tableau 52 – Variabilité temporelle de la fréquence d’occurrence des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d’étude

Espèces	2010		2011		2011		2012	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	49.99	100	41.66	61.11	33.33	36.11	25.00	12.5
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	90.00	14.16	83.33	14.17	49.99	42.5	16.67	70.83
<i>Anagallis arvensis</i>	54.15	100	66.66	77.77	79.17	29.17	66.66	19.43
<i>Androcymbium punctatum</i>	87.50	11.11	50	8.33	12.5	5.55	12.50	2.77
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	62.50	87.5	37.5	75	12.5	62.5	12.50	50
<i>Bassia muricata</i>	37.50	25	50	25	62.5	25	75.00	25
<i>Beta vulgaris</i>	62.49	8.33	58.33	33.33	54.17	58.33	50.01	83.33
<i>Bromus madritensis</i>	83.32	100	91.66	100	100	100	100	100
<i>Calendula aegyptiaca</i>	18.32	100	34.16	100	50	70.83	65.84	41.66
<i>Calendula bicolor</i>	41.66	100	45.83	100	50	87.5	54.17	75
<i>Carthamus eriocephalus</i>	16.67	9.72	12.5	11.11	8.33	12.5	4.16	13.89
<i>Centaurea microcarpa</i>	49.99	8.33	45.83	11.11	41.67	12.5	37.51	13.89
<i>Chenopodium album</i>	100	100	100	100	91.67	62.5	83.34	25
<i>Chenopodium murale</i>	100	100	100	100	100	62.5	100	25
<i>Cotula cinerea</i>	8.33	54.16	12.5	33.33	16.67	12.5	20.84	8.33
<i>Cynodon dactylon</i>	8.34	16.68	45.83	16.66	100	50	100	73.34
<i>Daucus carota</i>	45.82	75	29.16	87.5	12.5	100	4.16	100
<i>Diploaxis harra</i>	87.49	12.49	54.16	16.66	20.83	20.83	12.50	25
<i>Echium humile</i>	12.50	16.67	12.5	25	37.5	66.67	37.5	100
<i>Launaea glomerata</i>	100	12.5	100	12.5	100	37.5	100	62.5
<i>Launaea resedifolia</i>	49.99	2.78	33.33	11.11	16.67	25	10.01	38.89
<i>Lavatera critica</i>	24.99	87.5	20.83	75	16.67	62.5	12.51	50
<i>Lolium multiflorum</i>	20.82	100	41.66	100	62.5	100	83.34	100
<i>Malcolmia africana</i>	75.00	16.66	50	20.83	25	25	8.33	29.17
<i>Malva parviflora</i>	66.65	100	79.16	100	91.67	100	100	100
<i>Megastoma pusillum</i>	79.16	27.77	83.33	22.22	87.5	16.67	91.67	11.12
<i>Melilotus indica</i>	41.67	37.5	50	62.5	58.33	87.5	66.66	100
<i>Melilotus infesta.</i>	100	62.5	62.5	75	29.16	87.5	16.67	100
<i>Neurada procumbens</i>	12.50	56.93	12.5	38.88	12.5	20.83	12.5	2.78
<i>Oudneya Africana</i>	100	5.55	95.83	11.11	37.5	16.67	20.83	22.23
<i>Phalaris paradoxa</i>	47.00	100	73.5	100	100	100	100	100
<i>Pholiorus incorvus</i>	60.15	100	37.16	100	14.17	100	8.82	100
<i>Poa trivialis</i>	79.17	100	62.5	100	45.83	100	29.16	100
<i>Polygonum argyrocholeum</i>	100	8.34	70.13	33.33	33.33	75	3.47	100
<i>Polygonum aviculare</i>	100	4.87	100	37.5	100	75	100	100
<i>Rapistrum rugosum</i>	83.33	12.49	58.33	16.67	33.33	45.83	8.33	74.99
<i>Rubia perigrina</i>	41.66	25	29.16	12.5	16.66	50	4.16	87.5
<i>Scandix hispanicus</i>	11.50	41.65	28.33	29.16	45.16	16.67	61.99	4.18
<i>Scandix pecten - veneris</i>	11.50	38.87	28.33	27.77	45.16	16.67	61.99	5.57
<i>Senecio vulgaris</i>	87.49	4.15	91.66	29.16	95.83	54.17	100.00	79.18
<i>Sinapis arvensis</i>	100	4.17	62.5	16.67	12.5	29.17	37.50	41.67
<i>Sonchus asper</i>	83.32	33.33	91.66	16.67	100	66.67	100	100
<i>Sonchus oleraceus</i>	100.00	33.33	100	16.67	100	66.67	100.00	100
<i>Sphenopus divaricatus</i>	29.16	24.18	45.83	41.67	62.5	79.16	79.17	100
<i>Suaeda fruticosa</i>	24.99	2.77	29.16	5.55	33.33	8.33	37.50	11.11
<i>Zygophyllum album</i>	41.65	11.11	29.16	8.33	16.67	4.17	4.18	4.17

Pour le reste des espèces recensées, l’évolution dans le temps est totalement différente entre les deux régions d’étude ; on assiste à des espèces qui sont devenues moins fréquentes au cours des années d’étude étalées entre 2010 et 2013, les valeurs enregistrées ont significativement diminué.

On note pour la première région les espèces : *Amaranthus hybridus*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Androcymbium punctatum*, *Atriplex dimorphostegia*, *Beta vulgaris*, *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Chenopodium album*, *Daucus carota*, *Diploaxis harra*, *Launaea resedifolia*, *Lavatera critica*, *Malcolmia africana*, *Melilotus infesta*, *Oudneya Africana*, *Pholiorus incorvus*, *Poa trivialis*, *Polygonum argyrochaleum*, *Rapistrum rugosum*, *Rubia perigrina*, *Sinapis arvensis* et *Zygophyllum album*.

Ces espèces sont les mêmes dont la fréquence centésimale a significativement augmenté durant la période écoulée entre les années 2010 et 2013 dans les champs de céréales de la région de Ghardaïa.

Anagallis arvensis, *Bassia muricata*, *Bromus madritensis*, *Calendula aegyptiaca*, *Calendula bicolor*, *Cotula cinerea*, *Cynodon dactylon*, *Echium humile*, *Lolium multiflorum*, *Malva parviflora*, *Megastoma pusillum*, *Melilotus indica*, *Phalaris paradoxa*, *Scandix hispanicus*, *Scandix pecten – veneris*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*, *Sphenopus divaricatus* et *Suaeda fruticosa* ; sont les espèces dont la fréquence d'occurrence a augmentée durant la période d'étude, elles ont devenues plus fréquentes dans la flore des céréales de la région d'Ouargla. Dans la deuxième région d'étude, elles sont au contraire devenues moins fréquentes suite à la diminution de leur fréquence dans la flore.

III.2.2.4. Contribution spécifique de présence (CSP)

Les contributions spécifiques de présence de chacune des espèces adventices inventoriées au sein des régions d'étude enregistrées pour chaque année d'étude sont bien représentées dans le tableau 53.

La première lecture des données illustrées ci-dessous fait ressortir la présence d'une variabilité des valeurs enregistrées entre campagnes qui est fonction de l'espèce et du site expérimentale.

Tableau 53 – Variabilité temporelle de Contribution spécifique de présence des espèces communes au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude

Espèces	2010		2011		2011		2012	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<i>Amaranthus hybridus</i>	1.85	4.78	1.64	2.89	1.43	1.51	1.15	0.48
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	3.33	0.68	3.28	0.67	2.15	1.78	0.77	2.72
<i>Anagallis arvensis</i>	2.00	4.78	2.63	3.67	3.40	1.22	3.07	0.75
<i>Androcymbium punctatum</i>	3.24	0.53	1.97	0.39	0.54	0.23	0.58	0.11
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	2.31	4.18	1.48	3.54	0.54	2.62	0.58	1.92
<i>Bassia muricata</i>	1.39	1.19	1.97	1.18	2.69	1.05	3.46	0.96
<i>Beta vulgaris</i>	2.31	0.40	2.30	1.57	2.33	2.45	2.30	3.20
<i>Bromus madritensis</i>	3.09	4.78	3.61	4.72	4.30	4.19	4.61	3.84
<i>Calendula aegyptiaca</i>	0.68	4.78	1.35	4.72	2.15	2.97	3.03	1.60
<i>Calendula bicolor</i>	1.54	4.78	1.81	4.72	2.15	3.67	2.50	2.88
<i>Carthamus eriocephalus</i>	0.62	0.46	0.49	0.52	0.36	0.52	0.19	0.53
<i>Centaurea microcarpa</i>	1.85	0.40	1.81	0.52	1.79	0.52	1.73	0.53
<i>Chenopodium album</i>	3.70	4.78	3.94	4.72	3.94	2.62	3.84	0.96
<i>Chenopodium murale</i>	3.70	4.78	3.94	4.72	4.30	2.62	4.61	0.96
<i>Cotula cinerea</i>	0.31	2.59	0.49	1.57	0.72	0.52	0.96	0.32
<i>Cynodon dactylon</i>	0.31	0.80	1.81	0.79	4.30	2.10	4.61	2.82
<i>Daucus carota</i>	1.70	3.58	1.15	4.13	0.54	4.19	0.19	3.84
<i>Diplotaxis harra</i>	3.24	0.60	2.13	0.79	0.90	0.87	0.58	0.96
<i>Echium humile</i>	0.46	0.80	0.49	1.18	1.61	2.80	1.73	3.84
<i>Launaea glomerata</i>	3.70	0.60	3.94	0.59	4.30	1.57	4.61	2.40
<i>Launaea resedifolia</i>	1.85	0.13	1.31	0.52	0.72	1.05	0.46	1.49
<i>Lavatera critica</i>	0.93	4.18	0.82	3.54	0.72	2.62	0.58	1.92
<i>Lolium multiflorum</i>	0.77	4.78	1.64	4.72	2.69	4.19	3.84	3.84
<i>Malcolmia africana</i>	2.78	0.80	1.97	0.98	1.08	1.05	0.38	1.12
<i>Malva parviflora</i>	2.47	4.78	3.12	4.72	3.94	4.19	4.61	3.84
<i>Megastoma pusillum</i>	2.93	1.33	3.28	1.05	3.76	0.70	4.22	0.43
<i>Melilotus indica</i>	1.54	1.79	1.97	2.95	2.51	3.67	3.07	4.32
<i>Melilotus infesta.</i>	3.70	2.99	2.46	3.54	1.25	3.67	0.77	3.84
<i>Neurada procumbens</i>	0.46	2.72	0.49	1.84	0.54	0.87	0.58	0.11
<i>Oudneya Africana</i>	3.70	0.27	3.78	0.52	1.61	0.70	0.96	0.85
<i>Phalaris paradoxa</i>	1.74	4.78	2.90	4.72	4.30	4.19	4.61	3.84
<i>Pholiorus incorvus</i>	2.23	4.78	1.46	4.72	0.61	4.19	0.41	3.84
<i>Poa trivialis</i>	2.93	4.78	2.46	4.72	1.97	4.19	1.34	3.84
<i>Polygonum argyrochloleum</i>	3.70	0.40	2.76	1.57	1.43	3.15	0.16	3.84
<i>Polygonum aviculare</i>	3.70	0.23	3.94	1.77	4.30	3.15	4.61	3.84
<i>Rapistrum rugosum</i>	3.09	0.60	2.30	0.79	1.43	1.92	0.38	2.88
<i>Rubia perigrina</i>	1.54	1.19	1.15	0.59	0.72	2.10	0.19	3.36
<i>Scandix hispanicus</i>	0.43	1.99	1.12	1.38	1.94	0.70	2.86	0.16
<i>Scandix pecten - veneris</i>	0.43	1.86	1.12	1.31	1.94	0.70	2.86	0.21
<i>Senecio vulgaris</i>	3.24	0.20	3.61	1.38	4.12	2.27	4.61	3.04
<i>Sinapis arvensis</i>	4.17	0.20	2.46	0.79	0.54	1.22	1.73	1.60
<i>Sonchus asper</i>	3.09	1.59	3.61	0.79	4.30	2.80	4.99	3.84
<i>Sonchus oleraceus</i>	3.70	1.59	3.94	0.79	4.30	2.80	4.61	3.84
<i>Sphenopus divaricatus</i>	1.08	1.16	1.81	1.97	2.69	3.32	3.65	3.84
<i>Suaeda fruticosa</i>	0.93	0.13	1.15	0.26	1.43	0.35	1.73	0.43
<i>Zygophyllum album</i>	1.54	0.53	1.15	0.39	0.72	0.17	0.19	0.16

Les espèces adventices dont l'évolution de la fréquence de présence est la même pour les deux régions d'études sont bien : *Amaranthus hybridus*, *Androcymbium punctatum*, *Atriplex dimorphostegia*, *Lavatera critica*, *Pholiorus incorvus*, *Poa trivialis* et *Zygophyllum album* ; ayant montré entre les campagnes 2010 et 2013 une diminution de leur fréquence. Et *Cynodon dactylon*, *Echium humile*, *Launaea glomerata*, *Melilotus indica*, *Polygonum aviculare*, *Senecio*

vulgaris, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Sphenopus divaricatus* et *Suaeda fruticosa* dont la fréquence de contribution a au contraire augmenté.

Les espèces qui ont montré une régression de la fréquence de présence au sein de la flore associée dont elles font partie sont : *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Daucus carota*, *Diploaxis harra*, *Launaea resedifolia*, *Lavatera critica*, *Malcolmia africana*, *Melilotus infesta*, *Oudneya Africana*, *Polygonum argyrochaleum*, *Rapistrum rugosum*, *Rubia perigrina* et *Sinapis arvensis* dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région d'Ouargla.

Au sein des céréales de la région de Ghardaïa, ce sont les espèces : *Anagallis arvensis*, *Bromus madritensis*, *Calendula aegyptiaca*, *Calendula bicolor*, *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Cotula cinerea*, *Lolium multiflorum*, *Malcolmia africana*, *Malva parviflora*, *Megastoma pusillum*, *Melilotus indica*, *Melilotus infesta*, *Neurada procumbens*, *Oudneya Africana*, *Phalaris paradoxa*, *Scandix hispanicus* et *Scandix pecten – veneris* qui sont devenues moins contributives dans l'effectif total de la flore durant la période écoulée entre 2010 et 2013.

Les diminutions de contribution de ces espèces adventices dans l'effectif total de la flore associée des agrosystèmes céréaliers sont variables en fonction de l'espèce et de la région de l'étude ; elles sont négligeables à relativement importantes. Elles sont de ce fait comprises entre - 0.01 et - 3.54 pour les adventices de la flore de la région 1 et entre - 0,23 et – 4.30 pour la station 2. Les cas où les espèces gardent la même valeur de fréquence de présence dans la flore dont elles font partie durant les quatre campagnes sont inexistantes.

Une même espèce peut avoir deux sens d'évolution en matière de fréquence au sein des deux régions d'étude ; certaines espèces dont la fréquence a diminué dans la flore de la première région ont montré une augmentation de leur fréquence au sein de la flore de la deuxième région d'étude ; comme c'est le cas par exemple pour les espèces : *Anacyclus cyrtolipidioides*, *Beta vulgaris*, *Carthamus eriocephalus*, *Centaurea microcarpa*, *Daucus carota*, *Diploaxis harra*, *Launaea resedifolia*, *Polygonum argyrochaleum* et *Sinapis arvensis*.

Les augmentations de fréquences enregistrées au sein des régions d'études durant la période comprise entre 2010 et 2013 sont comprises respectivement pour la première et la deuxième région entre (+ 0.12, + 4.3) et (+ 0.07 et + 3.61).

Les espèces dont la fréquence de présence a significativement augmenté entre 2010 et 2013, avec respectivement les fréquences enregistrées pour la première et la dernière année de la période expérimentale, sont : *Bassia muricata* (1.39 et 3.46), *Calendula aegyptiaca* (0.68 et 3.03), *Cynodon dactylon* (0.31 et 4.61), *Lolium multiflorum* (0.77 et 3.84), *Malva parviflora* (2.47 et 4.61), *Phalaris paradoxa* (1.74 et 4.61), *Scandix hispanicus* et *Scandix pecten - veneris* (0.43 et 2.86) et *Sphenopus divaricatus* (1.08 et 3.65) dans la flore de la région 1.

Dans la flore de la région 2 on note : *Anacyclus cyrtolepidioides* (0.68 et 2.72), *Beta vulgaris* (0.4 et 3.2), *Cynodon dactylon* (0.8 et 2.82), *Echium humile* (0.08 et 3.84), *Melilotus indica* (1.79 et 4.32), *Polygonum argyrochloa* (0.4 et 3.84), *Polygonum aviculare* (0.23 et 3.84), *Rapistrum rugosum* (0.6 et 2.88), *Senecio vulgaris* (0.2 et 3.04), *Sonchus asper* et *Sonchus oleraceus* (1.59 et 3.84) et *Sphenopus divaricatus* (1.16 et 3.84).

IV.3. Discussion des résultats obtenus

L'activité agricole a façonné au fil des siècles de nombreux paysages naturels, donnant naissance à un environnement semi-naturel unique et offrant une grande variété d'habitats et d'espèces dont l'existence dépend du maintien de l'activité agricole. Cette dernière a connu au cours des dernières années, des modifications très importantes dans les méthodes et l'organisation de la production, qui ont conduit à des transformations profondes des paysages agricoles (**BUREL et al., 1994; ROBINSON et SUTHERLAND, 2002**).

Ces modifications ont été traduites essentiellement par une intensification rapide sans précédent de l'agriculture associée à des changements profonds des pratiques culturales à l'échelle locale comme à l'échelle du paysage. L'agriculture est ainsi devenue progressivement industrielle, dépendant fortement de la mécanisation et des intrants chimiques, occupant des surfaces de plus en plus étendues dédiées entièrement à la production au détriment des espaces naturels ces derniers qui ont devenus de plus en plus rares. Quant aux habitats cultivés ; ils sont devenus de plus en plus simplifiés a qualité agroécologique trop dégradée finissant dans la majorité des cas par un abandon définitif.

Dans notre étude nous avons pris le cas de l'activité de la céréaliculture conduite sous centre pivots qui a été introduite au sein des zones naturelles sahariennes de parcours camelins et qui a connu pour de nombreuses années une progression étonnante des superficies emblavées et par conséquence l'augmentation de la pression anthropique exercée sur la flore naturelle caractéristique de ces espaces sahariens. Elle a participé dans ces étendues naturelles à la création de nouvelles structures écologiques anthropisées abritant des formations végétales particulières regroupant la flore autochtone initiale et une flore allochtone introduite qui est devenue de plus en plus importante au fil des années d'exploitation des espaces naturels.

La composition écologique de nos espaces sahariens s'est trouvée modifiée et les paysages se sont presque devenus identiques dans les aires exploitées suite au mode de conduite de la culture céréalière qui est presque identique au sein de la quasi-totalité des exploitations agricoles créées. Ce dernier qui est caractérisé par la pratique de l'irrigation depuis la mise en place de la culture jusqu'aux stades avancés du cycle phénologique et l'utilisation des intrants agricoles de diverses natures le long de la campagne agricole afin d'atteindre un rendement en grains maximal.

Ces perturbations de plus en plus excessives dans le temps ont conduit à une forte dégradation de la diversité des formes de vie ainsi que de paysages et une sélection particulières d'espèces fortement nuisibles sur les deux plans agronomique et écologique.

Dans ce contexte nous avons essayé de mettre en évidence la nature de la dynamique adoptée par la flore qui occupe les agrosystèmes céréaliers créés au sein de nos régions sahariennes et ce, par le suivi dans un laps de temps de quatre années consécutives l'ensemble de modifications de composition et de structure pouvant avoir lieu. Pour ce ci nous avons étudié, pour chaque année, les caractéristiques systématiques (Qualitatives) et celles Quantitatives (Indices écologiques) de la flore associée aux céréales cultivées au sein d'un nombre de pivots choisis au sein de deux stations dans la région d'Ouargla et deux dans la région de Ghardaïa.

Une étude comparative, des résultats obtenus, a eu lieu entre les pivots de la même station, entre les stations de la même région et puis entre les deux régions d'étude dont le but était de déduire les changements qu'a subit la flore des céréales dans l'espace. Les pivots retenus pour la réalisation de nos relevés floristiques ont été choisis sur la base de leur hétérogénéité en matière de conduite, historique, âge de mise en culture, localisation dans la station, ... etc. L'étude comparative des flores de ces sites a permet de mettre en évidence les facteurs responsables de la variabilité spatiale de la flore autre que les facteurs écologiques naturels (édaphoclimatiques et géographiques) et les facteurs biologiques.

En deuxième lieu, nous avons comparé les résultats obtenus pour chaque année entre elles afin de ressortir les changements pouvant avoir lieu dans le temps et ce, en allant du pivot jusqu'à la région ; ceci permet de mettre en évidence la variabilité de l'évolution dans le temps de la flore adventice en fonction de l'espace.

Il est aussi possible de partir de caractéristiques biologiques connues de certaines espèces pour interpréter certaines évolutions de flore. C'est ce constat qui nous a amené à nous intéresser à la notion de groupe fonctionnel qui correspond à un ensemble d'espèces partageant à la fois des traits biologiques communs, un comportement écologique similaire et/ou un effet identique sur l'écosystème (**LAVOREL et GARNIER, 2002 in FRIED et al., 2008**).

Le principe a initialement consisté à rechercher quelles caractéristiques discriminent le mieux les espèces en régression de celles en progression pour savoir s'il existe des différences intrinsèques entre espèces qui permettraient d'expliquer les changements. Les résultats comme il est indiqué dans les chapitres précédents ont montré une variabilité de ces caractéristiques dont l'importance des différences enregistrées entre sites expérimentaux ou entre campagnes agricoles est fonction de la caractéristique considérée.

Variabilité de la répartition spatiale des adventices

Les listes floristiques des différents sites expérimentaux ont fait ressortir une différence de répartition spatiale des espèces inventoriées et ce, pour les deux les régions ; les espèces ne se répartissent de la même façon au sein des sites, on assiste de ce fait à trois groupes distinctes d'espèces à partir des indices de Présence-Absence dans les listes confectionnées :

Le premier groupe : renferme les espèces à répartition homogène, rencontrées dans la totalité des sites ou dans la majorité d'entre eux. Les espèces : *Chenopodium murale*, *Launaea glomerata*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Beta vulgaris*, *Oudneya africana*, *Melilotus infesta*, *Malva parviflora*, *Bromus madritensis* et *Polygonum aviculare* sont retrouvées dans les deux régions d'étude, les quatre régions d'études et les 25 pivots céréaliers retenus pour notre expérimentation.

Atriplex dimorphostegia, *Chenopodium album*, *Launaea resedifolia*, *Senecio vulgaris* et *Spergularia salina* sont répandues dans la totalité ou la quasi-totalité des pivots choisis au sein de la région d'Ouargla alors que dans la région de Ghardaïa se sont plutôt les espèces : *Daucus carota*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Megastoma pusillum*, *Rapistrum rugosum*, *Sinapis arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Melilotus indica*, *Lavatera critica* et *Anagallis arvensis*.

Ces espèces sont en générale parmi les plus redoutables dans les agrosystèmes céréaliers, leur large expansion par rapport aux autres peut être expliquée par leurs fortes potentialités reproductives (S'exprimant à travers leur aptitude maximale à produire de nouveaux individus en un temps réduit) favorisées par les conditions de nos pivots supposées optimales ; ce sont également des espèces à grande faculté de dissémination offerte par leurs graines ou organes végétatifs leur permettant d'atteindre des distances plus ou moins importantes.

Un taxon différencié aura beaucoup plus de chance d'acquies une aire de distribution étendue, qu'a une importante capacité de propagation vient s'ajouter une forte valence écologique lui permettant d'occuper des types d'habitats diversifiés. Les intervalles entres les deux limites extrêmes de tolérance vis-à-vis des différents facteurs écologiques correspondant aux conditions des champs céréaliers sont fortement écartés pour les espèces de ce groupe leur donnant une large amplitude écologique (**BOUGAHAM, 2017**).

On cite également comme caractère favorisant la répartition spatiale de ces espèces adventices, leur potentiel évolutif particulier, ce sont en général des espèces plastiques et adoptant des stratégies adaptatives convenables leur permettant d'occuper des milieux nombreux et étendus. Les individus formant les populations de ces espèces occupant les différents champs céréaliers sont dotées d'une grande aptitude de variabilité de caractères en répandant à l'influence de certains facteurs stationnels sur leur développement ce qui induit dans la plus part des cas l'expression de caractères morphologiques, anatomiques ou physiologiques particuliers (port, taille, rythme biologique, ... etc.) qui seront exploités comme moyens facilitant l'occupation et la survie au sein de biotopes assez diversifiés.

Ces espèces sont dotées de caractéristiques les rendant mieux adaptées aux diverses contraintes du biotope céréaliier agissant comme « pression de sélection » qui exercent un tri, par élimination progressive des moins résistants, et favorisent au contraire celles les plus résistantes et les plus adaptées. Elles sont dotées d'un ensemble de caractères de s'y perpétuer résultant généralement de deux stratégies adaptatives qui les caractérise (**BOUGAHAM, 2017**) :

- ✓ *Stratégie r* : Elle privilégie la reproduction, donc l'accroissement numérique (effectif) de la population au détriment de la survie (longévité) des individus (Thérophytes).
- ✓ *Stratégie k* : Elle favorise le développement de la longévité des individus (Phanérophytes).

Le deuxième groupe : celui des espèces à répartition mixte, il s'agit de *Scandix hispanicus*, *Calendula bicolor* et *Vicia tetrasperme* ; rencontrées dans la moitié des pivots retenus dans l'ensemble des régions d'étude. *Bassia muricata*, *Carthamus eriocephalus*, *Melilotus indica*, *Trigonella polycerata* et *Anagallis arvensis* occupent la moitié des pivots retenus dans la région d'Ouargla.

Tandis que les espèces : *Amaranthus hybridus*, *Scandix pecten – veneris*, *Cotula cinerea*, *Senecio vulgaris* et *Neurada procumbens* ont été inventoriées dans la moitié des pivots de la région de Ghardaïa.

Le troisième groupe : Comprend le reste des espèces constituant les listes floristiques des agrosystèmes céréaliers de nos régions. Ce sont des espèces à répartition localisée ; il s'agit des espèces spécifiques régionales ou spécifiques stationnelles spontanées dans la majorité des cas incapables de réserver une place au sein des espèces constituant la flore associée aux céréales.

Cette répartition spatiale des différentes espèces inventoriées est restée presque la même durant les quatre campagnes agricoles correspondant à la période d'étude. Les classes d'espèces sont presque les mêmes pour chaque année.

Ainsi via les graines produites et stockées dans la banque de semences du sol, les effets des pratiques successives peuvent se cumuler et la flore des parcelles peut évoluer sur le moyen terme et plus encore le long terme. Certaines espèces encore rares il n'y a de cela que quelques décennies finissent par poser problème car favorisées par les systèmes de culture (**FRIED et al., 2009 in REBOUD, 2013**).

Dans notre étude, c'était surtout le cas des espèces de la famille des Poaceae qui ont montré une variabilité relativement importante de leur étendue dans les agrosystèmes céréaliers mais surtout de la région d'Ouargla, les recouvrements ainsi que le nombre de site occupés par rapport au nombre total de sites retenus pour notre étude ont augmenté entre l'an 2010 et l'an 2013. Les pivots de la région d'Ouargla particulièrement de la première station ; quant à la région de Ghardaïa, la répartition dans l'espace a moyennement évolué surtout pour les pivots les plus anciennement créés.

Les résistances aux pesticides sont un cas particulier d'évolution génétique en lien avec l'utilisation récurrente et non inscrite dans une pratique complexe de gestion de la flore (alternance de différentes familles chimiques, combinaison à d'autres moyens de gestion). Ainsi, la sélection exercée par les moyens de lutte se fait entre espèces comme au sein de chaque espèce (**FRIED et al., 2009 in REBOUD, 2013**).

Variabilité de la composition systématique de la flore associée

Selon nos résultats, Il n'existe pas de flore adventice spécifique à une région, à une station ou à un pivot ; la composition en différentes classes systématiques des différentes flores inventoriées est presque la même et la variabilité dans l'espace est négligeable. Les paramètres écologiques (édaphoclimatiques) et les facteurs agronomiques ; les conditions écologiques (humidité du sol, température, ... etc.) sont semblables lors de la mise en place des cultures dans la totalité des sites expérimentaux. Aucun facteur ne permet donc l'individualisation d'une flore adventice particulière à site donné. La localisation géographique et les pratiques culturales sont des facteurs plus discriminants (**TRAORE et al., 2009**).

Les caractéristiques du sol ont un effet négligeable sur la composition floristique en comparaison des effets des trajectoires des parcelles selon les pratiques. Ce faible pouvoir explicatif des propriétés du sol par rapport à l'effet de l'histoire de l'occupation du sol (sur parcelles étudiées) a déjà été démontré sur la composition floristique. La matrice végétale possède une "mémoire écologique" des conditions passées dont la persistance correspond au temps de réponse de cette végétation face aux changements du régime des perturbations (**GAUJOUR et al., 2011**).

Le choix de la culture et le précédent cultural, définissant ensemble une fraction de succession culturale, « expliquent » la plus forte variation de composition de la flore (30% des variations), soit trois fois plus que les caractéristiques édaphiques ou le niveau de précipitation annuel (10%) et six fois plus que la température moyenne (5%). Autrement dit, on attend plus de variations entre deux parcelles au sein d'une région qu'entre deux conduites similaires de deux régions différentes (**FRIED et al., 2008 in REBOUD, 2013**).

Ceci explique les différences malgré négligeables de composition de la flore adventice en classes systématiques entre différents pivots de la même région ou des de régions d'étude. Le nombre de familles botaniques inventoriées n'était pas le même, la flore la plus riche en familles est celle des pivots les plus anciennement cultivés consécutivement, pour les pivots récemment créés, les pivots dont la mise en culture a été interrompue ou ceux dont la conduite a été caractérisée par la pratique de la rotation et l'introduction de cultures entre campagnes céréalières comme les cultures d'été ou fourragères on assistait à une flore moins riche en familles botaniques.

La céréaliculture sous centre pivot dans les stations expérimentales de la région de Ghardaïa, est associée à l'activité de l'élevage bovin et ovin, cette filière nécessite l'introduction en grande proportion des cultures fourragères au sein des pivots ; une pratique inexistante au sein des stations choisies dans la région d'Ouargla ; ceci peut également expliquer la différence en matière de composition en familles botaniques de la flore associée entre les deux régions.

Les familles botaniques les plus contributives en espèces et en genres variaient également en fonction des pivots, à l'échelle régionale elles sont les mêmes. Il s'agit des familles des Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae et Poaceae, familles par excellence des biotopes perturbés, dont les proportions étaient fonction des paramètres cités ci-dessus relatifs aux pivots à savoir l'âge de mise en culture, historique, conduite, succession et nature des cultures. De ce fait ; les Asteraceae et les Poaceae dominaient les pivots dont l'âge de mise en culture est le plus important et dont les cultures mises en places sont consécutives avec absence de phase de jachère ou d'abandon et inexistence de rotation et pratique de la monoculture.

De même pour les classes botaniques, groupes biologiques et classes synanthropiques ; les proportions des Monocotylédones, des Thérophytes et des espèces Synanthropiques (allochtones) sont significativement importantes au sein de la flore associée caractérisant les pivots anciennement mis en culture conduits en monoculture régulière continue. Les pivots récemment cultivés ou ceux dont la culture est reprise après un abandon ou ceux abandonnés après quelques campagnes de mise en culture les proportions de ces classes systématiques sont moins importantes.

Une flore est donc d'autant plus figée que la mise en culture ainsi que la conduite en sont anciennes. Deux phénomènes contradictoires en apparence tendent à coexister qui façonnent aussi les flores : D'une part, à l'échelle d'un territoire et toutes cultures confondues on constate que les flores ont eu tendance à s'homogénéiser. Depuis les années 1970, les espèces généralistes, capables de produire des graines dans une large gamme de conditions, ont globalement plus progressé que les espèces spécialisées (**REBOUD, 2013**).

A cette variabilité spatiale des caractéristiques qualitatives, s'ajoute une variabilité dans le temps dont l'écart est de quatre campagnes agricoles. Dans tous les milieux y compris ceux cultivés, la composition de la végétation fluctue au cours des saisons, entre les différentes années successives ou de façon plus perceptible sur le long terme. Au cours d'une même année, la flore varie en fonction du cycle de développement des espèces en relation avec les variations climatiques saisonnières. Dans les champs cultivés, comme c'est le cas pour nos agrosystèmes céréaliers, ces variations sont également déterminées par la croissance de la culture (la céréale mise en place) et les pratiques culturales associées (**BARRALIS et CHADOEUF, 1980 in FRIED et al., 2008**).

La variabilité saisonnière de la composition floristique est la même pour la totalité des pivots retenus pour notre expérimentation ; la saison printanière correspondant à la période la plus propice en matière de températures moyennes pour la croissance et le développement des adventices. A cette période les conditions de culture sont également favorables pour la germination et la croissance d'une large gamme d'espèces associées ; la taille du port de la céréale cultivée et sa biomasse aérienne n'ont pas encore atteint le volume pouvant gêner le développement des adventices.

Cette condition est la même pour la totalité des pivots et elle coïncide avec la période étalée entre la fin du mois de Février et le mi du mois d'Avril avec un décalage plus ou moins important selon la date de semis adoptée pour chacune des régions d'étude. Généralement les semis sont légèrement précoces dans la région d'Ouargla par rapport à la région de Ghardaïa. En plus des dates de semis différentes, la gestion de l'espace dans les stations de la région de Ghardaïa est différente à celle remarquée au sein des stations de la région d'Ouargla.

A Ghardaïa, la saison céréalière est suivie par une autre saison de culture s'étalant sur la période estivale dans la majorité des pivots des deux stations, donnant la chance de se faire à une autre flore de s'installer après moisson et donc une deuxième succession sur le même pivot de la flore affectant la flore de la prochaine saison céréalière ainsi que le stock semencier sur ces deux aspects quantitatif et qualitatif. A Ouargla, les pivots céréaliers dont la mise en culture est régulière et continue dans le temps (campagnes céréalières consécutives) les cultures céréalières sont caractérisées par la disparition complète de la végétation entre deux cultures successives.

Si les perturbations détruisent la végétation au moment de la moisson ou du labour suivant, tous les « compteurs » ne sont pas pour autant remis à zéro : les semences produites par les plantes non détruites au cours de la saison dans la culture ou l'interculture vont réalimenter le stock de semences du sol.

A échelle annuelle, La répétition des mêmes phénomènes de sélection d'année en année peut rapidement amplifier les différences entre espèces enrichissant ou épuisant leur stock et, ainsi, modifier au cours du temps la composition de la communauté. A l'échelle de quelques années de mise en culture en culture, on attend des flores différentes dans des systèmes conduits en monoculture ou en rotations plus ou moins complexes (**FRIED et al., 2008**).

Ce qui est le cas pour notre étude où on assistait à un phénomène de stabilisation de la flore en matière de composition floristique. Pour le même pivot le nombre et la nature des espèces constituant la flore adventice sont presque les mêmes et les variabilités d'une campagne à une autre sont négligeables en cas de monoculture régulière continue. Les mêmes familles botaniques et les mêmes genres et espèces se répètent chaque campagne agricole.

L'analyse des effets des successions culturales est complexe. En effet, considérer une succession culturale, c'est également considérer des pratiques liées aux cultures mises en place les années précédentes (par ex. la date de semis pour la levée (**CORDEAU, 2010**)). Le stock semencier du sol est révélateur de la gestion passée des adventices mais également de la rotation pratiquée.

Le processus de l'intensification de la céréaliculture pratiqué ça fait des années bien avant à conduisait à une homogénéisation et stabilisation des flores adventices sur leur aspect qualitatif (Richesse et Diversité). L'intensification des interventions culturales au cours des trente dernières années depuis l'introduction de la céréaliculture dans les régions sahariennes a pu :

- ✓ Sélectionner des groupes d'espèces qui répondent à des critères particuliers,
- ✓ Entraîner une homogénéisation des types d'espèces présents et
- ✓ Amener une réduction globale de la biodiversité végétale.

La variabilité donc de la composition en différentes classes systématiques est tributaire exclusivement dans notre cas de la somme des pressions de sélection subies par la flore exercées par les facteurs anthropiques. On ne doit toutefois pas exclure que les espèces elles-mêmes ne sont pas stables et donc qu'elles évoluent aussi naturellement en réponse aux pressions reçues (FRIED *et al.*, 2008).

Les changements des flores adventices sont remarquables à la fois par leur vitesse et leur intensité. Pour notre cas les changements ne sont pas vraiment intenses à cause de la durée d'étude qui ne permet pas de déceler les changements profonds nécessitant un temps assez important pour se manifester ; en plus la flore adventice de nos agrosystèmes céréaliers sahariens a atteint un stade de stagnation dont les changements dans le temps sont inexistantes ou de très faible intensité qui sont en réalité des réactions exprimées par les adventices vis-à-vis des variations des conditions de gestion et de conduite des pivots.

En fait, les variations interannuelles sont relativement importantes pour deux caractères qualitatifs de composition. Il s'agit de la proportion des groupes biologiques constituant le spectre biologique de la flore adventice et la proportion des espèces autochtones et celles allochtones ou introduites.

Dans notre cas, on assistait au départ, durant la première année d'étude à une hétérogénéité des résultats obtenus pour les différents pivots et ce, en matière de composition systématique de la flore adventice inventoriée surtout en groupes biologiques et classes synanthropiques. Cette différence en matière de composition systématique est le résultat de l'hétérogénéité des pratiques et des interventions culturales ainsi que des modes de gestion et de conduite des pivots pendant les années précédant la période de notre expérimentation. Ces conditions ont eu un effet non négligeable sur la variabilité spatiale de la composition floristique dans sa qualité et son intensité.

On assistait à trois principaux groupes de pivots dans l'ensemble des régions d'étude :

Premier groupe : Des pivots cultivés régulièrement sans arrêt de culture depuis leur création dans ce groupe, quatre sous-groupes sont distingués :

- Pivots récemment cultivés conduits en monoculture,
- Pivots récemment cultivés conduits en pratiquant la technique de rotation/assolement,
- Pivots anciennement cultivés conduits en monoculture et
- Pivots anciennement cultivés conduits en pratiquant la technique de rotation/assolement.

Deuxième groupe : Des pivots abandonnés puis mis en culture la première année de notre période expérimentale régulièrement jusqu'à la quatrième année.

Troisième groupe : Des pivots abandonnés puis mis en culture la première année de notre période expérimentale mais encore abandonnés le reste de la période expérimentale.

L'évolution des proportions des deux classes systématiques citées ci-dessus était fortement affectée par les conditions des pivots choisis pour notre étude ; bien qu'il y avait des variations mais elles étaient de faible intensité. On assistait à des remaniements floristiques légers accompagnés par des modifications du spectre biologique à savoir l'augmentation de la proportion des Thérophytes favorisées d'une part par l'ancienneté de la mise en culture au sein des pivots concernés et par la monoculture et la mise en culture régulière durant les quatre ans de notre étude.

Les Géophytes et les Nanophanérophytes ont selon nos résultats présenté une relation inversement proportionnelle avec l'ancienneté et la régularité de la mise en culture ; l'abandon de la culture ou sa rupture par une phase de jachère ou de rotation favorisent le rétablissement de ces groupes biologiques même de façon négligeable, leurs variations restent faibles étant très peu présentés dans les flores des agrosystèmes céréaliers (**GROUZIS et al., 2001**).

L'arrêt de culture accompagné par la suppression des perturbations apportées aux milieux particulièrement le travail du sol et les traitements herbicides permet d'éliminer l'action destructrice sur les espèces ligneuses (Phanérophytes et Chaméphytes) ou les espèces herbacées à souche (Hémicryptophytes). Les conditions de mise en culture ont une action beaucoup plus nuancée sur les types biologiques adaptés aux perturbations comme quelques vivaces à fort pouvoir de multiplication végétative (Géophytes) ou surtout les plantes annuelles (Thérophytes). Pour ces dernières. L'action destructrice est largement compensée par l'incidence bénéfique de l'enfouissement des semences (**REBOUD, 2013**).

Pour la composition de la flore associée en classes synanthropiques, elle était également sujet d'une variabilité temporelle. A échelle globale (régionale) la variabilité au cours des quatre campagnes agricoles (2010 – 2013) des proportions des deux flores synanthropique et naturelle au sein des agrosystèmes céréaliers s'effectue différemment.

Dans la région d'Ouargla, La flore introduite et la flore naturelle ont montré une certaine stabilité dans le temps ; les valeurs de contribution spécifique dans la flore adventice totale sont presque les mêmes pour les quatre ans contrairement à la région de Ghardaïa, où on distinguait une augmentation progressive avec le temps (08%) de la proportion des espèces synanthropiques dans la flore adventice totale de la région et inversement, une diminution de la proportion des espèces naturelles (08%).

Dans la région d'Ouargla, la pratique de la céréaliculture conduite sous centre pivot a subi des perturbations fréquentes et plus ou moins profonde ; la majorité des pivots ont connu un arrêt de mise de culture et un abandon dont la durée varie entre courte à relativement importante. L'alternance entre mise en culture et abandon de culture permet de donner la chance à certaines souches naturelles de se rétablir dans le temps et avoir une place dans la flore adventice caractéristiques des céréales des pivots de la région d'Ouargla ce qui explique l'écart faible entre les deux flores en matière de contribution spécifique.

Dans la région de Ghardaïa, les pivots sont encore fonctionnels et n'ont connu aucune perturbation de fonctionnement depuis leur création. La mise en culture des parcelles sous pivots est effectuée régulièrement chaque campagne agricole à raison de deux saisons culturales par années dans La majorité des cas. Les pressions exercées par la régularité et la persistance des perturbations du milieu donnent beaucoup de chance aux espèces introduites au détriment des taxons spontanées.

Variabilité de la richesse et de la diversité spécifiques

Le nombre d'espèces constituant la flore des agrosystèmes céréaliers n'est pas le même, il varie en fait entre régions d'étude, stations expérimentales et pivots. Les différences de richesse et diversité floristiques entre stations et régions ne sont pas importantes alors qu'entre pivots les différences sont relativement remarquables. Le nombre le plus faible de richesse spécifique dans l'ensemble des régions d'étude était de l'ordre de 13 espèces alors que celui le plus élevé était de l'ordre de 49 espèces. Cette hétérogénéité du nombre et de nature des espèces constituant la flore adventice est une résultante logique de l'hétérogénéité des caractéristiques et des conditions de culture au sein des pivots dont nous avons déjà signalé ci-dessus.

Les adventices dans un champ, ce sont plusieurs espèces, avec une hétérogénéité génétique au sein de chaque espèce présente, très variables et peuvent être radicalement différents sur deux sites voisins de la même station ou de la même région d'étude. A l'intérieur de la même région ou station d'étude, il existe une très forte hétérogénéité spatiale des communautés d'adventices, tant en termes d'espèces présentes que d'effectifs et de qualité d'espèces.

Les actions qui jouent sur les populations d'adventices des pivots une année donnée ont une influence déterminante sur les populations des années suivantes, en raison d'une part de la forte capacité de conservation des espèces adventices, et d'autre part de la fraction en général très faible que représente sur le plan quantitatif l'apport annuel de graines en provenance d'individus extérieurs aux parcelles.

Les listes floristiques obtenues pour nos sites expérimentaux sont le résultat des années précédant notre période d'étude et également le résultat de l'expression de la flore potentielle de ces sites en fonction des conditions écologiques et techniques de la campagne ou l'année de l'étude.

La rémanence des effets des labours et cultures anciennes peut en grande partie être expliquée par la persistance d'une banque de graines composées d'adventices des cultures. Les adventices des cultures et les espèces des friches post-culturelles ont des graines à viabilité de type permanente qui peuvent perdurer plusieurs dizaines d'années dans le sol ; En conséquence, la composition de la banque de graines du sol est peu similaire à celle des communautés végétales exprimées en surface du sol au sein des parcelles emblavées, sièges de nos relevés floristiques, sauf si celles-ci sont régulièrement perturbées comme c'est le cas pour les pivots régulièrement et très anciennement cultivés.

En cas d'abandon ou d'arrêt de mise en culture des pivots, de nombreuses annuelles y trouvent en effet des espaces de sol nu pour y germer. De même, au cours des successions, les sols s'enrichissent en espèces rudérales anémochores qui augmentent d'autant plus la différence entre la banque de graines (flore potentielle) et la végétation exprimée en surface (Flore réelle) (**DUTOIT, 2001; BENBRAHIM, 2016**).

De ce fait, une analyse plus détaillée, de la variabilité spatiale de la richesse et de la diversité de la flore associée aux céréales au sein des parcelles et des pivots, en se basant sur les listes floristiques obtenues donne plus d'informations sur le comportement et l'évolution de la flore adventice dans l'espace et les facteurs qui sont à l'origine de cette variabilité que l'étude de la variabilité du nombre total d'espèces relevées à chaque site expérimental.

La nature de la flore associée aux céréales varie également au cours du temps, avec possibilité d'apparition et de disparition d'espèces dans le même site, ou modification de la structure des populations des différentes espèces présentes (**BERTRAND et al., 2008**). Comme pour la composition systématique de la flore adventice, sa richesse et sa diversité spécifiques varient en fonction de la saison (Stade de développement phénologique de la culture mise en place) et en fonction de l'année (campagne agricole).

Lors de la réalisation de nos relevés floristique, nous avons constaté que la saison printanière est la saison dont la flore est la plus riche en espèces. La liste floristique établie après sortie d'inventaire renferme la maximum d'adventices pour les sorties printanières. Au début et à la fin du cycle de développement phénologique de la céréale mise en place le nombre d'espèces inventoriées est minimale. Les conditions de température mensuelles moyennes et de croissance et de développement de la culture sont à l'origine de cette variabilité inter-saisonnière de la richesse et de la diversité de la flore associée au sein de nos agrosystèmes.

A échelle parcellaire ou à l'échelle des pivots ; la variabilité des conditions de température entre saisons induit une variabilité d'expression de la flore potentielle des parcelles en surface, la composition de la couverture végétale associée aux céréales n'est donc pas la même pour tous les stades phénologiques de la céréale cultivée. Les conditions d'humidité sont artificielles et favorables durant tout le cycle du fait que la culture est conduite en irriguée ; elles connaissent de ce fait une certaine stabilité.

L'exploitation des données laisse apparaître un léger réchauffement croissant des températures moyennes le long du cycle de la culture ; agissant sur la germination et la croissance des mauvaises herbes du mois du Février au mois d'Avril. Ces conditions de températures sont, durant cette période, propices pour la germination d'une gamme plus ou moins large de mauvaises herbes ; le froid par conséquent n'intervient pas pour entraver la multiplication des mauvaises herbes dans nos champs céréaliers.

Ces espèces dont la germination est échelonnée sont présentes par tout dans les parcelles et contactées à chaque relevé, ce sont des espèces abondantes et fréquentes dans l'espace et dans le temps. Leurs peuplements se trouvent de plus en plus denses et leurs effectifs augmentent progressivement dans le temps et dans l'espace envahissant des nouvelles parcelles au sein du pivot ce qui augmente par conséquence les valeurs de leurs abondances et leurs fréquences ; un paramètre qui va être analysé et détaillé ultérieurement.

Pour la variabilité interannuelle ; les changements affectant la richesse et la diversité de la flore ne sont également significatifs qu'à l'échelle des pivots donc pour une meilleure analyse de la variabilité temporelle de la richesse et de la diversité floristiques dans les agrosystèmes céréaliers les pivots sont les meilleurs sites. Les flores globales des stations ou des régions d'étude montraient des variabilités légères dans le temps en matière du nombre total d'espèces inventoriées ou natures d'espèces répondues au sein des agrosystèmes chaque campagne agricole.

Plusieurs situations sont distinguées :

- ✓ Pour les pivots trop âgés cultivés régulièrement, la première année était caractérisée par un nombre important d'espèces adventices résultat de l'expression d'un stock semencier assez riche et diversifié alimenté et restitué régulièrement. Les campagnes qui suivaient la première année d'étude ont été caractérisées par presque une stabilité des valeurs de richesse et de diversité. Les évolutions dans le temps étaient faibles à négligeables.
- ✓ Pour les pivots remis en culture après abandon pendant la première année de notre étude floristique, la flore inventoriée au départ était relativement riche. Pour les campagnes qui suivaient, on a assisté à une augmentation légère du nombre d'espèces inventoriées dans le temps.
- ✓ Pour les pivots qui ont connu un arrêt de mise en culture lors de notre période d'étude, la flore inventoriée la campagne d'abandon était relativement pauvre en espèces adventices. Les inventaires suivant l'année d'abandon ont montré une augmentation à stabilisation du nombre d'espèces constituant la flore en cas de reprise de culture et une diminution du nombre d'espèces en cas de poursuite d'abandon.

A signaler que la nature des taxons constituant la couverture végétale associée aux céréales et sa diversité sont également en nette variabilité entre pivots. La diversité des taxons dans la flore adventice est en générale inversement proportionnelle avec l'âge de mise en culture et l'intensité des pressions exercées par l'activité agricole à savoir la monoculture, le travail du sol et les traitements herbicides.

Ces changements du nombre et de nature des espèces constituant la flore, sont le résultat de la variabilité de l'expression de la banque de semences ou du stock semencier dans le temps en réponse à l'effet des facteurs externes relatifs à la conduite culturale et donc l'intensité et la persistance des perturbations ou pressions exercées par la pratique de l'activité agricole au cours des campagnes agricoles.

On observe chez les espèces adventices de nombreux phénomènes de dormance qui permet aux semences contenues dans le sol de se maintenir en vie pendant plusieurs années et de germer ultérieurement. Cet état de dormance correspond à une adaptation biologique importante des espèces annuelles adventices des cultures à la perturbation que constitue le labour. La dormance des semences permet d'étaler les germinations dans le temps, à l'échelle de l'année mais également sur le plus long terme, de limiter les risques de germinations fatales de semences enfouies par le labour.

L'absence totale de travail du sol (c'est à dire en semis direct), l'évolution de la flore pourrait certainement être encore plus radicale avec la multiplication des espèces vivaces, Géophytes majoritaires, voire sans doute de quelques espèces ligneuses, de type Chaméphytes (**BRUNO, 2011**).

A l'échelle des communautés adventices, dans la majorité des situations considérées nous avons constaté que la diversité maximale a connu une diminution progressive le long de la période de notre étude floristique. A l'échelle des espèces, cette étude nous a confirmé la régression des espèces les plus nitrophiles au profit des espèces messicoles oligotrophes très peu exigeantes au sein des pivots ayant subi un arrêt de culture ou remis récemment en culture. Et au contraire une évolution progressive de ces espèces au sein des flores occupant les pivots fortement intensifiés.

La pratique de la fertilisation des parcelles a comme conséquence l'homogénéisation des milieux en terme de disponibilité en nutriments qui entraîne la disparition des espèces adaptées aux milieux pauvres en nutriments et la prolifération des espèces exigeantes en nutriments surtout celles nitrophiles ou encore généralistes qui profitent de pool de nutriments supplémentaires dans la solution de nos sols squelettiques. La fertilisation azotée est donc considérée comme un des principaux facteurs responsables de la baisse de la richesse spécifique dans les parcelles emblavées (**JAUZEIN, 2001**).

En culture annuelles comme celles des céréales, la phytocénose s'appauvrit généralement rapidement sous la pression des herbicides. L'impact du désherbage chimique se traduit également à l'échelle régionale par une uniformisation des communautés végétales au profit des espèces tolérantes et une baisse de la richesse floristique.

En monoculture stabilisée, qu'elle soit pérenne ou annuelle, l'itinéraire technique pratiqué tend à sélectionner un même cortège floristique d'adventices. Celui-ci s'adapte ainsi à l'environnement perturbé par les pratiques culturales (**TRAORE et al., 2009**). Ce qui explique les résultats très proche en matière de richesse et de diversité enregistrées à l'échelle des régions d'étude.

Les caractéristiques floristiques des pivots céréaliers sont dans la quasi-totalité des cas homogènes et la fertilisation ne peut être exploitée comme facteur explicatif des différences de composition floristique pouvant avoir lieu surtout à échelles stationnelle ou régionale. En cas de présence de pivots non cultivés la suppression de la fertilisation joue un rôle relativement important sur la composition de la flore et elle sera à côté d'autres facteurs à l'origine des différences enregistrées entre pivots emblavés et pivots en jachère ou abandonnés.

La modification des rotations avec la régression des cultures de printemps au profit des cultures d'hiver a aussi favorisé les annuelles d'automne, en particulier les plus précoces qui ont des levées synchronisées avec les semis d'hiver au détriment des annuelles printanières, un cas rencontré surtout dans les pivots anciennement et régulièrement cultivés dans la région de Ghardaïa surtout.

Les changements constants de pratiques qui font de l'agrosystème céréaliers, au sein de nos régions d'étude, un milieu encore largement imprévisible ; ont favorisé les espèces les plus généralistes - c'est-à-dire celles capables de profiter de situations très variées au détriment des espèces spécialisées d'efficacité maximale dans une situation donnée mais incapables de réussir dans toute autre situation rencontrée au cours de la rotation (**FRIED et al., 2008**).

Les pivots ayant connu une exploitation continue dans le temps en céréaliculture depuis leur création sont caractérisés par une flore très peu diversifiée et moins riche en espèces qui sont essentiellement des espèces spécialisées une composition encore favorisée par l'absence de la pratique des rotations et des jachères culturales le cas échéant dans les stations d'étude retenues dans la région d'Ouargla surtout et quelques pivots dans la région de Ghardaïa.

Le système agricole céréalier exerce grâce à la gamme des changements d'ordre technique qu'il subit chaque année sur les plantes une pression de sélection plus ou moins sévère qui les fait évoluer dans le temps suivant un sens de progression ou au contraire de régression affectant à une échelle plus générale la richesse et la diversité de la communauté dont elles font partie. Si, bien souvent, cette évolution reste discrète, interne, elle a quelquefois profondément modifié certaines messicoles phénomène qui ne peut être découvert qu'à plus long terme.

Pour un pivot délaissé pour peu de campagnes agricoles, ce sont surtout les espèces anémochores héliophiles et peu exigeantes sur la qualité des sols, c'est-à-dire des espèces herbacées, ou tolérantes au stress qui caractérisent le plus son couvert végétal. La flore est dominée en générale par des espèces moins compétitives. Les successions secondaires sont dues à des corrélations entre stratégies adaptatives (tolérance aux stress, compétitivité, durée de vie, type de dispersion, mode d'adaptation aux perturbations passées), la nature et l'intensité de ces corrélations variant selon l'âge de l'espèce et les conditions de milieux (**SAÏD et al., 2003; BENBRAHIM, 2014; 2015**).

Variabilité de l'abondance et de la fréquence des espèces recensées

La répartition des taxons au sein des parcelles emblavées, pivots céréaliers, stations expérimentales et régions d'étude résulte de l'influence, de facteurs internes, propres à ces organismes dépendant initialement de leurs potentialités intrinsèques et constitution génétique (Capacité de propagation, Amplitude écologique et Aptitudes évolutives). Et externes, liés à leur environnement qui intervient dans la limitation de l'aire de répartition par un ou plusieurs facteurs défavorables d'ordre naturel (Géographique, Climatique, Géologique et Biotique) ; ou comme dans le cas des systèmes écologiques modifiés par l'homme, de facteurs externes anthropiques d'effet favorable contribuant à la propagation de l'espèce et l'extension de son aire de répartition ou au contraire à sa réduction (**BOUGAHAM, 2017**). L'action anthropique est assez controversée, Elle est tantôt considérée comme un facteur favorable tantôt comme un facteur défavorable.

L'étude des caractéristiques quantitatives, citées ci-dessus, chez les espèces adventices de nos champs céréaliers relève d'une grande importance que ce soit sur le plan écologique ou sur le plan agronomique ; elle permet de proposer une meilleure utilisation des outils d'analyse des risques existants. Ceux-ci doivent permettre de distinguer quelles espèces présentent une réelle menace (environnementale, agricole et/ou sanitaire) et celles menacées et de déterminer quelles mesures de gestion sont les plus appropriées.

L'étude de la variabilité dans le temps et dans l'espace de la répartition des espèces exprimée dans notre cas en termes de fréquences est une étape importante dans la démarche de recherche d'une stratégie meilleure de contrôle de peuplements de ces adventices de céréales surtout celui de celles à caractère invasif en se basant sur les traits biologiques, compatibilités climatique et écologique, historique d'invasion, ... etc. dans l'explication des résultats obtenus.

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que dans la majorité des cas que les espèces les plus abondantes dans les agrosystèmes céréaliers sont celles les plus fréquentes également. La même adventice peut changer ses valeurs d'indice d'abondance - dominance et de fréquence en fonction des sites expérimentaux ; cette variabilité est constatée à différentes échelles spatiales (pivots, stations, régions).

Selon l'évolution des valeurs des indices d'abondance - dominance et de fréquences des différentes espèces constituant la flore associée aux céréales dans les deux régions d'étude. Les espèces sont réparties sur trois groupes selon leur comportement vis-à-vis de la variabilité des caractéristiques des sites expérimentaux.

Des espèces qui changent leur abondance et fréquence en devenant plus abondantes et fréquentes au sein des pivots dont la mise en culture est perturbée ou qui ont connu un abandon de la pratique de la céréaliculture ou encore ceux dont la campagne agricole est constituée de plus d'une seule saison de mise en culture celle de la céréaliculture), ce sont généralement des espèces généralistes. Ou au contraire en devenant moins abondantes et fréquentes au sein des pivots dont les perturbations sont intensives et persistantes, ce sont généralement les espèces spécialisées souvent nitrophiles favorisées par les pratiques agricoles. Une autre catégorie d'adventice, ce sont celles indifférentes et qui gardent la même valeur de fréquence et ou d'abondance-dominance quel que soit le site.

Parmi toutes les espèces exotiques, beaucoup sont mal adaptées à leur nouvel environnement et n'apparaissent que de manière fugace, souvent à la faveur d'introductions successives, sans persister dans l'environnement c'est le cas des espèces exotiques accidentelles ou occasionnelles (*casual alien*) (**RICHARDSON et al., 2000 in FRIED et al., 2009**). C'est le cas dans nos agrosystèmes céréaliers des espèces dont la présence lors de la campagne agricole au sein des pivots est limitée et favorisées par des conditions particulières relativement différentes aux conditions souvent répandues au sein des champs céréaliers de l'ensemble des régions d'étude. Ces conditions favorables peuvent correspondre à des facteurs externes techniques (anthropiques) ou facteurs d'ordre biologiques relatifs aux interactions entre espèces.

D'autres espèces suffisamment adaptées à leur nouvel environnement pour se reproduire durablement sans l'assistance de l'homme vont persister dans leur aire d'introduction, devenant des espèces naturalisées (*established species*). Certaines suffisamment prolifiques et capables de se disperser rapidement à longue distance vont étendre leur aire de répartition et sont qualifiées de plantes invasives. Leurs indices d'abondance et de fréquence sont relativement importants et de plus en plus augmentés par l'intensification de l'activité agricole (**RICHARDSON et al., 2000 in FRIED et al., 2009**).

Les espèces les plus compétitives vis-à-vis de la biomasse totale du blé mais aussi de ses caractéristiques morphologiques liées aux rendements agricoles (nombres de graines dans l'épi, poids des graines, hauteur de l'épi) sont les espèces adventices qui possèdent la morphologie la plus proche (contribution de biomasse aux tiges importante). Au contraire, les adventices de petite taille avec des ports en touffe ou rampantes sont peu compétitives (**DUTOIT, 2001**). C'est le cas des espèces de la famille des Poaceae qui sont les plus dominantes au sein des pivots fonctionnels.

Une adventice peut voir également son abondance ou fréquence augmentée ou diminuée ou restée stable dans le temps en fonction du site dont elle fait partie de sa flore adventice. L'étude de cette variabilité temporelle permet de déterminer les espèces en progression et celles en régression ainsi que celle qui ont réussi à se stabiliser dans le temps au sein des agrosystèmes céréaliers des régions d'étude.

Les changements signalés sont soit négligeables et passent inaperçus soit importants rendant une espèce fortement redoutable ou au contraire conduisant l'espèce à disparaître de la flore adventice dont elle faisait partie.

Les espèces en progression sont concentrées dans un seul groupe fonctionnel d'espèces compétitives (grande taille, port érigé, valeurs indicatrices élevés pour l'azote), ayant un cycle assez mimétique de celui de la culture et adaptées aux conditions écologiques (**FRIED et al., 2008**). Elles présentent pour la plupart une tolérance importante aux perturbations apportées par les diverses pratiques agricoles notamment l'utilisation des herbicides ; On peut également penser que ce sont des espèces favorisées par la date de semis de la céréale mise en place, elles présentent un pic de germination durant la période de semis de la céréale (**RAHALI et al., 2011**).

Les espèces rares finissent par disparaître ou de réduire encore leur aire de répartition ; Suivant les cas, on peut penser que l'origine de ces régressions est de nature différente. Pour certaines espèces, les baisses des valeurs d'abondance et de fréquences sont liées à la régression des conditions qui leur étaient favorables.

De nombreux facteurs semblent impliqués dans la régression des espèces messicoles :

- ✓ Augmentation de l'utilisation des herbicides,
- ✓ Semis plus précoce entraînant un volume de végétation plus important au printemps,
- ✓ Labour plus profond et déchaumage précoce après la récolte, ... etc. (**JAUZEIN, 2001**).

Les espèces en déclin ont en générale des graines plus lourdes, une hauteur plus importante et une floraison plus tardive en Avril-Mai. Ce groupe inclut la plupart des messicoles en déclin. Elles ont généralement un stock de graines plus limité et une dormance plus faible conduisant à un épuisement plus rapide de leur banque de graines face au désherbage intensif (**FRIED et al., 2009**).

Les espèces qualifiées de généralistes peuvent boucler leur cycle, de la germination à la production de semences, dans un grand nombre de cultures et d'intercultures de la rotation. Grâce à ces germinations étalées dans le temps permettant l'existence de plusieurs cohortes, elles peuvent s'échapper aux périodes de traitements. Ce groupe comprend des espèces rudérales ; Leur succès peut être interprété comme une réponse à l'intensification des perturbations liées aux pratiques agricoles.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

La mise en place d'une stratégie de gestion des adventices des cultures et de protection des taxons naturels d'intérêt écologique et/ou économique nous amène à proposer une meilleure utilisation des outils d'analyse de la flore et des risques existants. Ceux-ci doivent permettre de distinguer quelles espèces présentent une réelle menace (environnementale, agricole et/ou sanitaire) et quelles mesures de gestion sont les plus appropriées ainsi que déterminer les espèces dont les peuplements sont vraiment en réelle menace. Il s'agit d'abord de trouver les meilleurs paramètres pour identifier si une plante est invasive ou non : traits biologiques, compatibilités écologique, historique d'invasion, ... etc.

Le meilleur outil pouvant assurer d'atteindre ces objectifs est bien la réalisation des inventaires floristiques à répétitions spatiale et temporelle bien étudiées au sein des sites bien choisis et sur des échéances bien suffisantes pour le meilleur suivi de la flore en question.

Pour notre étude, les relevés floristiques ont fait l'objet d'un recensement exhaustif des espèces, codées en abondance-dominance, selon l'échelle de Braun-Blanquet (1932). Au sein de 25 pivots céréaliers répartis sur 4 stations expérimentales et deux régions d'étude. À chaque relevé floristique sont associées des variables, dendrologiques (date de création, âge de mise en cultures, âge d'abandon, précédant culturaux, historique des pratiques de conduite des parcelles, ...), des traits biologiques et caractéristiques fonctionnelles des espèces afin de comprendre les mécanismes dynamiques. Pour cela, nous avons étudié :

- ✓ La forme biologique (RAUNKIAER, 1934; MOLINIER et MULLER, 1936)
- ✓ La biogéographie
- ✓ La synanthropie
- ✓ La richesse spécifique ou α ,
- ✓ La diversité spécifique
- ✓ L'équitabilité
- ✓ La sociabilité
- ✓ La fréquence

Nos inventaires floristiques réalisés au sein des agrosystèmes céréaliers de l'ensemble des régions d'étude (Ouargla et Ghardaïa) ont permis de recenser une flore adventice constituée de **71** espèces réparties sur genres et familles botaniques **60** genres et **23** familles botaniques à raison de **62** espèces adventices réparties sur **20** familles botaniques au sein des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa et **52** adventices réparties sur **19** familles botaniques dans la flore associée aux céréales dans la région d'Ouargla.

Les familles botaniques ayant montré une meilleure représentativité au sein de la flore adventice des céréales de nos régions sont bien celles des : Asteraceae (**18.33%**) et Poaceae (**16.66%**) suivies en deuxième lieu par les Brassicaceae (**09.85%**) et les Chenopodiaceae (**06.66%**). Les familles des : Boraginaceae, Fabaceae, Polygonaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae et Malvaceae ont été classées en troisième rang avec des contributions spécifiques comprises entre **03.33%** et **05.00%**.

La répartition des espèces de la flore adventice globale sur les différentes classes systématiques et synanthropiques a fait ressortir la prédominance des classes systématiques suivantes : les **Monocotylédones** représentées essentiellement par les Poaceae (**85.91%** de l'effectif spécifique total) ; les **Thérophytes** (**76.05%** de l'effectif spécifique total) et les adventices **Exotiques** ou **Introduites** (**53.52%** de l'effectif spécifique total).

L'analyse du spectre biogéographique a fait recenser **20** éléments biogéographiques dont l'élément méditerranéen était le plus représenté avec **47** espèces soit **64.75%** de l'effectif spécifique total.

Cette composition systématique a montré une variabilité dans l'espace. La nature et le nombre des familles botaniques, de genres et d'espèces constituant la flore des céréales conduites sous centre pivot ont légèrement varié entre sites expérimentaux. La variabilité était de plus en plus importante en allant de la région vers le pivot. En générale la variabilité spatiale des caractéristiques systématiques était très faiblement dépendante des caractéristiques d'ordre régional ou stationnel, les différences enregistrées en matière de composition floristique étaient plutôt le résultat des effets exercés par les facteurs d'ordre technique et cultural.

Les stations 1 dans la première et la deuxième région étaient les plus riches en familles botaniques, leur flore adventive renfermait **19** familles botaniques. Ces dernières étaient plus contributives dans la flore de la région d'Ouargla. Même chose pour les dicotylédones qui ont dominé la flore de la totalité des stations avec une légère supériorité notée pour les stations de la première région. A échelle régionale, la contribution de la classe des Dicotylédones était presque la même pour les deux régions : **83.05%** (région d'Ouargla) et **83.87%** (région de Ghardaïa).

Pour le spectre biologique de la flore, il était à base des mêmes groupes biologiques pour toutes les stations et les régions contrairement aux pivots qui ont montré une différence en matière du nombre et de nature des groupes biologiques constituant le spectre biologique de leur flore. Les Thérophytes étaient les plus dominants dans la totalité des stations et pivots avec une légère supériorité au sein de la flore de la **région 1 (84.74%** contre **72.58%**), les Chaméphytes, les Géophytes et les Hémicryptophytes étaient plus riches en classes systématiques dans les pivots de la région de Ghardaïa, ils contribuaient avec **19.79%** de l'effectif spécifique contre **13.53%** dans la flore de la région d'Ouargla. Les Nanophanérophytes ne figuraient que dans **04** pivots seulement sur les **25** pivots retenus pour notre étude.

Les allochtones sont toujours les mieux répandues dans la flore par rapport aux autochtones et ce, pour tous les pivots. Leurs contributions respectives dans la flore des régions 1 et 2 sont de l'ordre de **61%** et **56%**.

Dans le temps, la composition de la flore adventice a également évolué ; nous avons constaté selon les résultats obtenus entre l'an 2010 et l'an 2013 ; que les proportions des différentes classes systématiques ont évolué dans le temps en suivant un sens régressif, progressif ou encore en dent de scie selon le site expérimentale et selon le caractère systématique. Dans certains cas les résultats étaient relativement stables et aucune variabilité significative n'a été enregistrée.

A échelle régionale et stationnelle les variations de la composition systématique étaient négligeables en comparaison avec les variations enregistrées au sein des pivots. De même pour les caractéristiques systématiques ; la composition en groupes biologiques et en classes synanthropiques étaient les caractéristiques qui ont montré une grande variabilité dans le temps par rapport aux autres caractères systématiques.

La proportion des espèces Thérophytes a progressé entre **2010** et **2013** dans la flore des agrosystèmes céréaliers de la région de Ghardaïa ; elle est passée de **70,59%** en **2010** à **75,56%** en **2013**. Contrairement aux champs céréaliers de la région d'Ouargla où les Thérophytes ont gardé presque la même contribution en espèces durant les quatre ans d'expérimentation. La valeur de contribution spécifique dans la flore totale de la région est passée de **82,35%** en **2010** à **81,63%** en **2013**. Les Nanophanérophytes ont disparu de la flore adventice des céréales de la deuxième région d'étude durant les deux dernières années **2012** et **2013**.

Les deux classes synanthropiques ont montré la même évolution dans le temps pour les flores des deux régions d'étude mais avec une différence entre les valeurs de contribution spécifique. La contribution des plantes introduites a augmenté pour les deux régions d'étude et la quasi-totalité des pivots ; elle est passée de **58,82%** en **2010** à **61,22%** en **2013** dans la flore de la région d'Ouargla et elle a augmenté de **52,94%** en **2010** à **60,00%** en **2013** dans la flore de la région de Ghardaïa.

La richesse spécifique de la flore adventice globale que nous avons recensée au sein de nos agrosystèmes céréaliers est estimée à **S = 71 espèces**, soit une richesse moyenne qui est de **S_m = 4 Espèces**. Quant à la diversité spécifique, elle est de l'ordre de **H' = 1.12**.

Les adventices constituant cette flore sont en générale sont en générale présentes au sein des parcelles emblavées sous forme de peuplements très ouvert à extrêmement ouverts dont les recouvrements sont situés entre **5%** et **25%**. Les espèces : *Bromus madritensis*, *Cynodon dactylon*, *Lolium multiflorum*, *Phalaris paradoxa*, *Poa trivialis* et *Sphenopus divaricatus* sont les adventices les plus représentatives dans la flore en matière de recouvrement, leur peuplement sont relativement dense et occupent des parcelles plus ou moins étendues au sein du pivot.

Trois groupes d'espèces adventices dominant dans notre flore associée aux céréales ; il s'agit des espèces appartenant aux classes : **r**, **1** et **2** d'abondance/Dominance. **41.30%** des espèces recensées appartiennent à la classe **2**, **26.08%** à la classe **1** et **19.56%** à la classe des espèces **rare**s.

Cinq groupes d'espèces en fonction de leur constance sont distingués dans notre flore adventice globale ; les espèces les plus fréquentes dans la flore associée aux céréales de nos régions sont bien : *Chenopodium album*, *Chenopodium mural*, *Launaea glomerata*, *Launaea resedifolia*, *Lavatera critica*, *Daucus carota*) et *Diploaxis harra*. Leur fréquence centésimale ou d'occurrence est comprise entre **75%** et **100%** sont bien ; elles sont dites des espèces **constantes**.

Pour les caractéristiques quantitatives, ils ont également à leur tour présenté une variabilité spatiotemporelle qui était fonction de l'espèce et du site expérimentale. Par rapport à la dimension spatiale et au niveau de la flore ; nous avons constaté une variation des indices de richesse et de diversité floristiques. La richesse spécifique de la flore adventice fluctuait entre **13** espèces (**Pivot 11** de la **station 1** au sein de la région d'Ouargla) et **49** espèces (**Pivot 2** de la **station 1** au sein de la région d'Ouargla) ; pour la diversité des taxons au sein de la flore adventice, l'indice a atteint son maximum (**1.40**) au sein du pivot **P2** de la **station 1** dans la région d'Ouargla.

La valeur minimale de l'indice de diversité a été signalée au sein de la flore du **pivot 8** de la **station 2** dans la région de Ghardaïa (**0.62**). Pour la flore totale ; celle de la région de Ghardaïa était la plus riche en espèces (**S=62**) alors que celle de la région d'Ouargla était la plus diversifiée (**H'= 1.09**).

Les taxons inventoriés au sein des flores, des différents sites expérimentaux, ont montré des valeurs variables d'indices écologiques selon le site. Certaines adventices changent leur Abondance/Abondance, Densité de peuplement, Fréquences et Constance d'un site à un autre alors que d'autres au contraire gardent les mêmes valeurs de leurs indices écologiques quel que soit le site.

Le sens et la nature de l'évolution des indices écologiques spécifiques est fonction des caractéristiques des pivots en relation avec leur conduite et historique.

La densité des peuplements ou recouvrements ainsi que l'indice d'Abondance/Dominance de la majorité des espèces communes à tous les pivots des stations d'études des deux régions varient dans l'espace.

Les valeurs de ces indices fluctuent d'un pivot à un autre suivant l'âge de mise en culture, l'historique et la conduite de la céréale mise en place. Les valeurs d'Abondance/Dominance des espèces communes dominantes sont comprises entre 2 et 5 selon le pivot et selon la région ; il s'agit des espèces : *Beta vulgaris*, *Bromus madritensis*, *Chenopodium murale*, *Cynodon dactylon*, *Daucus carota*, *Lolium multiflorum*, *Malva sp.*, *Melilotus sp.*, *Poa trivialis* et *Sphenopus divaricatus*.

Ces espèces sont dominantes en matière de densité de peuplement et d'Abondance/Dominance à échelle régionale ; au sein des pivots elles peuvent avoir des valeurs minimales d'indices d'Abondance et se présenter dans des peuplements clairs au sein des parcelles emblavées.

Les espèces ont tendance à se regrouper beaucoup plus au sein des parcelles emblavées de la flore des pivots de la région d'Ouargla ; les valeurs de l'indice de sociabilité enregistrées au sein de cette région sont plus élevées que ceux enregistrées au sein des pivots de la région de Ghardaïa.

Bromus madritensis, *Chenopodium sp.*, *Polygonum aviculare* et *Sonchus oleraceus* sont les espèces les plus sociables dans la flore des céréales de la région d'Ouargla, les valeurs de l'indice de sociabilité sont importantes pour la majorité des pivots. Dans la flore des pivots de la région de Ghardaïa, seule *Bromus madritensis*, *Daucus carota* et *Malva parviflora* sont relativement sociables. L'indice de sociabilité est en générale compris entre 2 et 5.

La majorité des espèces communes aux sites expérimentaux sont des espèces relativement fréquentes, les indices de fréquences calculées sont pour la majorité moyens à élevés. Les valeurs de la fréquence d'occurrence varient entre **08.33%** et **100%** pour les adventices de la région d'Ouargla et elles varient entre **04.17%** et **100%** pour les adventices de la région de Ghardaïa.

A l'échelle régionale, les valeurs de fréquence d'occurrences sont moins importantes, elles varient entre **0.62%** et **95.13%**. La totalité des espèces communes aux deux régions changent de fréquence en devenant plus ou moins fréquentes.

Les indices traités ci-dessus ont montré également une variabilité dans la dimension temporelle ; les valeurs enregistrées pour la flore ou pour les espèces qui la constituent varient d'une année à une autre en augmentant ou en diminuant en fonction de l'espèce et en fonction des caractéristiques du site expérimentale.

Suivant les résultats que nous avons obtenu relatifs à la variabilité dans le temps des indices écologiques, nous avons constaté que l'intensification des interventions culturales au cours des années d'exploitation agricole a conduit à :

- ✓ Sélectionner des groupes d'espèces qui répondent à des critères particuliers,
- ✓ Entraîner une homogénéisation des types d'espèces présents et
- ✓ Amener une réduction globale de la biodiversité végétale.

Dans les pivots dont la mise en culture était régulière et continue, certaines adventices inventoriées ont montrés des valeurs élevées d'indices écologiques durant la première année d'étude et qui ont continué d'augmenter progressivement le long des quatre années de notre expérimentation au dépend d'autres espèces qui sont devenues de plus en plus rares, moins fréquentes et localisées. Cette situation a fortement favorisé l'évolution des envahissants et leur extension menaçant par conséquent la diversité floristique et l'état des pivots dont ils occupent.

Dans le cas contraire, où la conduite des pivots retenus pour notre expérimentation a été menée d'une autre manière, la réaction de la flore était différente ; les groupes d'espèces constituant la flore adventice ainsi que leur comportement vis-à-vis des facteurs environnants n'étaient pas les mêmes.

Les éléments qui singularisent la gestion des adventices par rapport au reste de la conduite d'un système de culture sont les suivants :

- ✓ Les actions qui jouent sur les populations d'adventices dans une parcelle une année donnée ont une influence déterminante sur les populations des années suivantes, en raison d'une part de la forte capacité de conservation des espèces adventices, et d'autre part de la fraction en général très faible que représente sur le plan quantitatif l'apport annuel de graines en provenance d'individus extérieurs à la parcelle.
- ✓ L'objet même dont il est question (« les adventices ») est un objet particulièrement composite (« les adventices » dans un champ, ce sont plusieurs espèces, avec une hétérogénéité génétique au sein de chaque espèce présente).

- ✓ Cet objet est lui-même très variable et peut être radicalement différent sur deux parcelles voisines.
- ✓ A l'intérieur d'une parcelle, il existe une très forte hétérogénéité spatiale des communautés d'adventices, tant en termes d'espèces présentes que d'effectifs.
- ✓ La nature de cet objet varie au cours du temps, avec possibilité d'apparition et de disparition d'espèces dans une même parcelle, ou modification de la structure génétique des populations des différentes espèces présentes.

Suivre pour mieux prévoir l'évolution de la biodiversité de la flore adventice dans le nouveau contexte agricole apparaît comme un objectif majeur de valorisation des agroécosystèmes.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AERTS R. J., BARRY T. N. et MCNABB W.C., 1999a. "Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages", *Agriculture Ecosystems & Environment*, 75, 1-12.

AERTS R. J., MOLAN A., BRAND A., BARRY T. N. et PETERS J. S., 1999b. "Condensed tannins from *Lotus corniculatus* and *Lotus pedunculatus* exert different effects on the *in vitro* rumen degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) protein", *J. Sc. Food and Agriculture*, 79, 79-85.

AIDOU A., 1983. Contribution A L'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais. Thèse 3^{ème} cycle, U.S.T.H.B, Alger, 232 p.

AKPO L., GASTON A. et GROUZIS M., 1995. Structure spécifique d'une végétation sahélienne. Cas de *Wiidu Thiengoli* (Ferlo, Sénégal) *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Adansonia*, 1-2 : 30-52.

ALAIN C., 2004. Quelques méthodes statistiques Typiques de l'étude des populations et des peuplements par la méthode des quadras. 28P.

ALBRECHT H., 2005. "Development of arable weed seedbanks during the 6 years after the change from conventional to organic farming", *Weed Research*, 45, 339-350.

ALTIERI M. A., 1999. The ecological role of biodiversity in agro-ecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 74, 19-31.

ANDERSSON T. N. et MILBERG P., 1998. Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and nitrogen. *Weed Science*, 46, 30-38.

AZZI M. et BOUCETTA T., 1992. Contribution à l'étude du comportement alimentaire du dromadaire < *Camelus dromedrus* > en fonction de la saison (hiver, Printemps) au Sahara septentrional ; (cas de la région de Ouargla). Thèse d'ing. I. N. F. S. A. S. Ouargla. 63 p.

BACHELIER G., 1978. La faune des sols, son écologie et son action. V.R.S.T.M., Init. Doc. Tech. 38, pp. 391.

BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. His. Nat.*, Toulouse, 88: 193-239.

BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1957. Les climats et leur classification. *Ann. Géogr.*, 66 (355): 193-220.

BAKER H.G., 1974. The evolution of weeds. *Annual Review of Ecological Systems*, 5, 1-24.

BAKKER J.P. et TER HEERDT G.N., 2005. "Organic grassland farming in the Netherlands: a case study of effects on vegetation dynamics", *Basic and Applied Ecology*, 6, 205-214.

BARBERO M., QUEZEL P., ET LOISEL R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12 : 194-215.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1989. *Sclerophyllus quercus* forests of the Mediterranean area. Ecological and ethological significance bieleferder. Beiter 4. PP. 1-23.

BARRALIS G. et CHADOEUF R., 1980. Etude de la dynamique d'une communauté adventice. I. Evolution de la flore adventice au cours du cycle végétatif d'une culture. *Weed Research* 20, 231-237.

BARRY P., CELLES J. C. et FAURE L., 1974. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques, feuille d'Alger au 1/1000 000° + Notice. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord. C.R.S.T.

BELAGOUNE F., 2012. Etude et modélisation des crues des cours d'eau en milieu semi-aride : cas des grands bassins versants 05, 06 et 07. Mém. de Magistère, Univ. D'Ouargla, 181 p.

BELCHER BOEHMB et al., 2004. Agroecosystem sustainability: a system simulation model approach. Rev. [Agricultural Systems](#) ; [Volume 79, Issue 2](#), February 2004, Pages 225-241

BELLA T. et TALBI W., 2005. Contribution à l'étude de la variabilité microclimatique dans la région d'Ouargla. Mém. Ing. Etat Eco. Végétale et environnement Univ. Ouargla.

BELLADJLET-BENBRAHI K. CHELOUFI H. et EDDOUD A., 2015. La flore de succession des périmètres agricoles abandonnés (cas de la palmeraie) dans la région d'Ouargla (Sud-est algérien). *Revue des Bio Ressources* Vol 5 N° 2, pp 90-101.

BENARAB H., 2008. Contribution à l'étude des mauvaises herbes des vergers de la région nord de Sétif. Thèse de Mag. Univ., Ferhat Abbas, Sétif, 66p.

BENBRAHIM K., CHELOUFI H., EDDOUD A. et BISSATI S., 2014. Composition et structure de la végétation des périmètres agricoles abandonnés dans la région de Ouargla (cas des périmètres de la céréaliculture sous centre pivot). *Revue ElWahat pour les recherches et les études*. Vol.7, N°2, pp 57-66.

BENBRAHIM K., CHELOUFI H., EDDOUD A., 2016. Succession flora of abandoned agricultural fields in south-east of Algeria : inventory and characteristics. *International Scientific Researches Journal*, Vol.72, N°4, pp 81-96

BENCHELAH A. C., BOUZIANE H., MAKI M. et OUAHES C., 2011. Fleurs du Sahara. Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ed. Ibis Press. Paris. P 255.

BENHOUBOU S., 2013. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). [Comptes Rendus Biologies](#). 330(8) : 589-605

BENTON T. G., VICKERY J. A. et WILSON J. D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution* 18, 182-188.

BERNARD REY, 2004. Les néophytes - Dossier d'information néophytes, Avril 2004.

BERTRAND M., DORE T., 2008. Comment intégrer la maîtrise de la flore adventice dans le cadre général d'un système de production intégrée ? *Innovations Agronomiques (2008)* 3, 1-13

BLISS D. et SMITH H., 1985. Penetration of light into soil and its role in the control of seed germination. *Plant Cell and Environment*, 8, 475–483.

BLONDEL J., 1979. Biogéographie et écologie. Paris: Masson.

BOATMAN N. D., 1994. Field margins - Integrating agriculture and conservation. pp. 404. BCPC, Farham.

BOOTH B. D. et SWANTON C. J., 2002. Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50, 2-13.

BOOTSMA M. C., BARENDREGT A. et VAN ALPHEN J. C. A., 1999. Effectiveness of reducing external nutrient load entering a eutrophicated shallow lake ecosystem in the Naardermeer nature reserve, The Netherlands. *Biological Conservation* 90: 193-201.

BORGY B., GABA S., PETIT S. et REBOUD X., 2012. Weed abundance assembly rules demonstrate interference between species within a field. *Weed Research* 52, 383-389.

BOUGAHAM A. F., 2017. Cours et notions fondamentales. Pour les écologistes. (Licence). Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Biologiques de l'Environnement, Laboratoire de Zoologie Appliquée et d'Écophysiologie Animale. *Université Abderrahmane MIRA-Bejaia*. 44P.

BOULET C., LABROUSSE P., ARNAUD M. C., ZEHHAR N. et FER A., 2001. Weed species present various responses to *Orobanche ramosa*. In : Fer A, Thalouarn P, Joel DM, Musselman LJ, Parker C, Verkleij JAC, eds. *Proceedings of the seventh international parasitic Weed Symposium. Faculté des Sciences de Nantes*. : 228-31.

BRAUN-BLANQUET J. et MAIRE R., 1924. Étude sur la végétation et la flore marocaine. Comptes Rendus des Herborisations de la Société Botanique de France, session du Maroc. Mém. Soc. Nat. Maroc. 8(1) : 1-124.

BRAUN-BANQUET J., 1951. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetation Kunde. Ed. 2. Springer, Vienne, Autriche, 227 p.

BRUNO CHAUVEL, CLEMENT TSCHUDY et NICOLAS MUNIER-JOLAIN, 2011. Gestion intégrée de la flore adventice dans les systèmes de culture sans labour - Cah Agric, vol. 20, n° 3.

BUCHIN S., MARTIN B., DUPONT D., BORNARD A. et ACHILLEOS C., 1999. "Influence of the composition of Alpine highland pasture on the chemical, rheological and sensory properties of cheese", *J. Dairy Research*, 66, 579-588.

BUCHS W., 2003b. Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture. Introduction and background. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98: 1-16.

BUISSON E., DUTOIT T. et ROLANDO C., 2004. Composition et structuration de la végétation aux bordures entre friches post culturales et végétation steppique dans la plaine de Crau. In *ecologia mediterranea*, tome 30, fascicule 1, numéro spécial, pp. 71-84.

BUREL F. et GARNIER E., 1994. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité. ESCo "Agriculture et biodiversité" - Chapitre 1. 140 P.

CALLOT Y., 1987. Géomorphologie et paléo-environnement de l'Atlas Saharien au Grand Erg Occidental. Mém. Sc. Terre. Univ. Pierre et M. Curie, Paris, 412 p.

CHAFIK Z., TALEB A., BOUHACHE M. et BERRICHI A., 2013. Flore adventice des agrosystèmes du Maroc Oriental : cas du périmètre de la Moulouya. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, 2013, N° 4: 27-44 ; 27 44 PP.

CHAOUCHE S., 2006. Développement agricole durable au Sahara. nouvelles technologies et mutations socio-économiques : cas de la région de Ouargla. Thèse de doctorat université Aix Marseille p 389.

CHEHMA S., 2013. Etude bioécologique des hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa, thèse de magister, spécialité : protection des végétaux, option : zoo phytatrie, Université Kasdi Merbah – Ouargla, 76 p.

CHEHMA A., 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. université Kasdi Merbah, Ouargla. faculté des sciences et sciences de l'ingénieur. laboratoire de recherche : « protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides. 142p.

CHEHMA A., BOUZEGAG L. et CHEHMA Y., 2008. Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. Fourrages. 253p. Désertification. Orgi catalogue/2001_CSFD_Cornet.pdf).

CHEHMA A., 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse de doctorat, université d'Annaba, 176 p.

CHELOUFI H., 2002. La mise en valeur agricole dans la région d'Ouargla : bilan et perspectives. Séminaire international « le développement de l'agriculture saharienne comme alternative aux ressources épuisables, 8p.

CHEVALIER R., GAUTIER G. et ARCHAU F., 2010. Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. *Rev. For. Fr.* LXII - 2-2010.

CHIARUCCI A., MACCHERINI S. et DE DOMINICIS V., 2001. Evaluation and monitoring of the flora in a nature reserve by estimation methods. *Biological Conservation* 101: 305-314.

CHIKOWO R., FALOYA V., PETIT S. et MUNIER-JOLAIN N. M., 2009. Integrated weed management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132:237-242.

CINGOLANI A. M., CABIDO M., GURVICH D. E., RENISON D. et DÍAZ S., 2007. Filtering processes in the assembly of plant communities: Are species presence and abundance driven by the same traits? *Journal of Vegetation Science* 18:911-920.

CLERGUÉ B., AMIAUD B., PERVANCHON F., LASSERRE-JOULIN F. et PLANTUREUX S. (2005) "Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review", *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 1-15.

CORDEAU S., 2010. Conséquences de la mise en place des bandes enherbées sur l'évolution de la flore adventice. Sciences agricoles. Université de Bourgogne, 2010. Français.

DAGET P. et GODRON M., 1995. Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés. Ed. Hatier, AUPELE-UREF, 510 p.

DAGET Ph., 1980. Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative, Cas des Thérophytes. In : BARBAULT R., BLANDIN P. et MEYER J. A., éditions *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*, Paris : Maloine, 89-114.

DAJOZ R., 1971. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 424 p.

DANIN A. et ORSHAN G., 1990. The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *Journal of Vegetation Science* 1, 41-48.

DEBAEKE P. et ORLANDO D., 1994. Simplification du travail du sol et évolution de la flore adventice : conséquences pour le désherbage à l'échelle de la rotation. *In* : Monnier GTG, Lesaffre B. ed. Simplification du travail du sol. Inra, Paris, 16 mai 1991.

DELPECH R., DUMÉ G. et GALMICHE P., 1985. Typologie des stations forestières. Vocabulaire. Paris : IDF, 243 p.

DESCOINGS BERNARD, 1970. Les flores régionales méthodologie de l'inventaire floristique. *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot. I Fasc. 21. pp 51-73.

DUTOIT THIERRY, 2001. Perturbations et gestion conservatoire des écosystèmes semi-naturels terrestres : le cas des pelouses sèches de France. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, spécialité : écologie, Université de Provence, institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, écologie du paysage et biologie de la conservation, faculté des sciences et techniques de Saint-Jérôme, case 461, 13397 Marseille cedex 20, France. p61

DUTOIT T., GERBAUD E., BUISSON E. et ROCHE Ph., 2003. Dynamique d'une communauté d'adventices dans un champ de céréales créé après le labour d'une prairie semi-naturelle : rôle de la banque de graines permanente. *Ecoscience*, Vol. 10 (2), 2003. 225 - 235 PP.

EIG A., 1932. Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore Palestinienne. *Regh. Veg. Beih.* 63 (1) : 1-201 ; 24 (2/3/4) : 191-202.

EL HOUJAJI A., 1982. Etude des groupements adventices des cultures de la région de rabat, Maroc, 52 p.

FARAOUN F. et BENABDELI K., 2011. Contribution à l'étude de la dynamique des espèces végétales envahissantes face aux fluctuations des précipitations et des températures dans la plaine de Sidi Bel Abbes (Algérie) ; *MEDITERRANEA, SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS*. 2011 Época II N° 22 ; Universitat d'Alacant Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. 126 148 P.

FLORET C., GALA N., M.J., LE FLOC'H E., ORSHAN G. et ROMANE F., 1990. Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studying vegetation. *J. Veget. Sci.*, 1: 71-80.

FENNI M., 2003. Étude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises. Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes. *Thèse de doctorat : Université de Sétif - Farhat Abbes, Sétif*, 165 p.

FLYNN D. F. B., GOGOL-PROKURAT M., NOGEIRE T., MOLINARI N., TRAUTMAN RICHERS B., LIN B. B., SIMPSON N., MAYFIELD M. M. et DECLERCK F. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12:22-33.

FRIED G., 2007. Variations spatiale et temporelle des communautés adventices des cultures annuelles en France. Thèse de doctorat. INRA-Université de Bourgogne, Dijon, France, 357 p.

FRIED G. et REBOUD X., 2007. Évolution de la composition des communautés adventices des cultures de colza sous l'influence des systèmes de cultures. *OCL*, 14, 1-14.

FRIED G., CHAUVEL B. et 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 (2008)* 3, 15-26

FRIED G., MANDON-DALGER I. et EHRET P., 2009. L'analyse de risque comme outil dans une stratégie de lutte contre les plantes invasives (émergentes) en France - XIIIème colloque international sur la biologie des mauvaises herbes Dijon – 8 - 10 septembre 2009

FROUD-WILLIAMS R. J., DRENNAN D. S. H. et CHANCELLOR R. J., 1983. Influence of straw disposal and cultivation regime on the population dynamique of *Bromus sterilis*. Dans : *Ann. Appl. Bio.*, 103, pp. 139-142.

GABA S., CHAUVEL B., DESSAINT F., BRETAGNOLLE V. et PETIT S., 2012. Weed species richness in winter wheat increase with the spatial heterogeneity of the landscape mosaics. (*soumis*)

GABRIEL D., THIES C. et TSCHARNTKE T., 2005. Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 7, 85-93.

GAUJOUR E., MIGNOLET C., PLANTUREUX S. et AMIAUD B., 2011. “Expliquer la végétation des prairies et des champs cultivés : l’importance de la dynamique des pratiques agricoles et de la mosaïque paysagère”, *Fourrages*, 208, 329-342.

GASQUEZ J., 1984. Approche génétique des mauvaises herbes : variabilité infraspécifique évolution - résistances. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 23, 77-88

GAUSSEN H., 1963. Ecologie et Phytogéographie. Abbayes : 952-972.

GAUTHIER-PILTERS H., 1969. Observation sur l'écologie du dromadaire en moyenne Mauritanie. *Bull. I. F. A. N. T.* 31 série A n° 4 pp. 1259-1380.

GILLET F., DE FOUCAULT B. et JULVE Ph., 1991. La Phytosociologie synusiale intégrée – objet et concepts. *Candollea* 46 : 315-340.

GLEASON H. A., 1920. “Some applications of quadrat method”, *Bulletin of the Terrey Botanical Club*, 47, 21-33.

GODRON M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. (recouvrement, information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques, échantillonnage). *Oecol. Plant.* 3 : 185-212.

GOLDSMITH, 1991. Etudes scientifiques en espaces naturels OUTILS DE GESTION ET DE PLANIFICATION, N° : 72. Agence française pour la biodiversité. P 12.

GORDON D. R., ONDERDONK D. A., FOX A. M. et STOCKER R. K., 2008. Consistent accuracy of the Australian weed risk assessment system across varied geographies. *Diversity and Distributions*, 14, 234–242.

GONZALEZ P., 1949. L'alimentation du dromadaire dans l'Afrique française. Thèse DMV. EMV. Lyon n°38. 57p.

GOUNOT M., 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Paris : Masson et Cie. 1969. 314 p.

GRIME J. P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Naturalist*, 112, 1169-1194.

GRIME J. P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, John Wiley and Sons.

GROUZIS Michel, RAZANAKA Samuel, LE FLOC'H Edouard et LEPRUN Jean-Claude, 2001. Evolution de la végétation et de quelques paramètres édaphiques au cours de la phase post-culturelle dans la région d'Analabo. CNRE/IRD. Antananarivo. 2001, pp 327 - 337

GUILLERM J. L. et MAILLET J., 1982. Western Mediterranean countries of Europe. PP. 227-243 in: Holzner, W. & Numata, M. (eds.). *Biology and ecology of weeds*. – The Hague. Guinocet, M. 1973 : *Phytosociologie*. – Paris.

GUINOCET M., 1973. *La phytosociologie*. 227 p. Ed. Masson Paris. Nature Conservancy Council (1985): *Botanical survey and monitoring methods for grasslands*. 56 p. NCC. Peterborough.

GUNTON R. M., PETIT S. et GABA S., 2011. Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *Journal of Vegetation Science*. 22, 541-550.

HALILAT T. 1993. Etude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété aldura) en zones saharienne (région d'Ouargla). Thèse de magister. Univ. Batna. 130 p.

HALLGREN E., PALMER M.W. et MILBERG P., 1999. Data diving with cross validation: an investigation of broad scale gradients in weed communities. *Journal of Ecology*, 87, 1037-1051.

HOLLING C. S., 1973. "Resilience and stability of ecological systems", *Annual Review of Ecology and Systematics*, 41, 1-23.

HUTCHINSON G. E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia On Quantitative Biology*, 22, 415-427.

JAUZEIN P., 2001. Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique. In S. Le Perchec, P. Guy & A. Fraval (dir.) : *Agriculture et biodiversité des plantes*. Dossier de l'environnement de l'INRA, n°21, 43-64.

JAUZEIN P., 2001. L'appauvrissement floristique des champs cultivés. In S. Le Perchec, P. Guy & A. Fraval (dir.) : *Agriculture et biodiversité des plantes*. Dossier de l'environnement de l'INRA, n°21, 65-82.

JAUZEIN P., 1995. Flore des champs cultivés. Ed. SOPRA, / INRA, 898 p.

JAUZEIN P., 1998. Bilan des espèces naturalisées en France méditerranéenne. In symposium méditerranéen EWRS : comptes rendus ENSAM Montpellier. VI^{er} Symp. Medit. EWRS, Montpellier.

KEDDY P. A., 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3, 157-164.

KOMA B., 1998. Végétation post-culturelle en zone soudanienne. Influence des pratiques culturelles et des facteurs anthropiques sur la reconstitution végétale après abandon cultural. Thèse de Doctorat, Université de Corse, 169 p.

KROPAC Z., HADAC E. et HEJNY S., 1971. Some remarks on the synecological and Syntaxonomic Problems of Weed Plant Communities. *Preslia* 1971 ; 43 : 139-53.

LACOSTE A., et SALANON R., 2001. Elément de biogéographie et d'écologie, Nathan Université, Paris. 269 p.

LAURENT S., 1985. Géographie des formations végétales. 49P

LAVOREL S., GARNIER E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16, 545-556.

LE COEUR D., BAUDRY J. et BUREL F., 1997. "Fields margins plant assemblages: variation partitioning between local and landscape factors", *Landscape and Urban Planning*, 37, 57-71.

LE CŒUR D., BAUDRY J., BUREL F. et THENAIL C., 2002. Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89: 23-40.

LE FLOC'H E., 2008. Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Collection Roselt/OSS - Contribution Technique n° 1, Guide pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Tunis, 175 p.

LE HOUEROU H. N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique, in "Browse in Africa, the current state of knowledge", Le Houerou Ed., ICLA, Addis Ababa, 491 p.

LE ROUX X., BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J., SARTHOU J.- P. et

TROMMETTER M., 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA, France.

LOMOLINO M. V., 1994. An evaluation of alternative strategies for building networks of nature reserves. *Biological Conservation* 69: 243-249.

LONCHAMP J. P., BARRALIS G., 1988. Caractéristiques et dynamique des mauvaises herbes en région de grande culture : le Noyonnais (Oise). Agronomie, EDP Sciences, 1988, 8 (9), pp.757-766.

LOUDYI M., 1982. Etude de la flore adventice des céréales dans la région de Meknès : compte rendu de séminaire de l'association marocaine de malherbologie, pp. 39-68.

LOUDYI M., 1984. Etude de la flore adventice des céréales dans la région de Meknès : bulletin de l'école national d'agriculture, pp. 78-92.

LOUDYI M.C., 1985. Étude botanique et écologique de la végétation spontanée du plateau de Meknès (Maroc). Thèse de doctorat : Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier (France).

MAILLET J., 1981. Evolution des peuplements dans le Montpelliérain sous la pression des techniques culturales. Thèse DDI, USTL, Montpellier, 200 p.

MAILLET J., 1992. Caractéristiques bionomiques des mauvaises herbes d'origine américaine introduites en France. *Symp. Etnobotanica* 92, Cordoba.

MAILLET J., 1993. Nouvelles pratiques culturales et nouvelles mauvaises herbes. *In* Conservatoire botanique national de Gap- Charente : Actes du colloque, Coll. « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? », Gap, 1993/06/09-12, 33-40.

MAILLET J. et GODRON M., 1993. Caractéristiques bionomiques des messicoles et incidence sur leurs capacités de maintien dans les agrosystèmes. *In* Conservatoire botanique national de Gap-Charente : Actes du colloque, Coll. « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? », Gap, 1993/06/09-12, 125-137.

MAIRE R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv. Gén. Algérie, 1 Vol. 78 p, 1 carte 1/1500 000, Alger.

MARSHALL, E. J. P., 1989. Distribution patterns of plants associated with arable field edges. *Journal of Applied Ecology*, 26, 247-257.

MARSHALL, E. J. P., 1985b. Weed distributions associated with cereal field edges - some preliminary observations. *Aspects of applied biology*, 9, 49-58.

MARTY J. R., PERNY R. A., HILAIRE A. et RELIER J. P., 1980. Evolution de la flore adventice des cultures d'été, irriguées ou non, appartenant à différentes rotations culturales. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 63, 746-756.

MEDDOUR R., 2011. La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-blanketotixenienne. Université de Tizi Ouzou, Algérie, 40 p.

MEDERBAL K., 1996. Recherches écologiques sur les zones arides et semi-arides : la cartographie écologique, une base nécessaire pour l'écodéveloppement. Congrès International Ecodev96 « Evaluation des Méthodes d'approche de L'écodéveloppement des Zones arides et Semi-Arides », Adrar 13-16 Novembre 1996, 10p.

MEDERBAL K., KHALDI A. et REGAGBA Z., 1999. Intégration des données multisources dans un SIG pour l'aménagement des systèmes écologiques de l'Atlas Saharien Méridional : cas du Bassin versant et des terres irrigables du Barrage de Brézina (El Bayadh). Séminaire International Du CNIG "Al_SIG'99", 15-18 Novembre 1999, Ecole Militaire Polytechnique Bordj El Bahri, Alger, 12p.

MERLIER H. et MONTEGUT J., 1982. Adventices tropicales, flore aux stades plantules et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales, 490 p.

MICHAUD A., PLANTUREUX S. et BEAUMONT R., 2011b. "How to classify permanent grasslands? Conclusion from a French national network", *European Grasslands Federation Symposium 2011*, Raumberg-Gumpenstein, Austria.

MILE J., 1979. Vegetation dynamics. Chapman and Hall éd., London, 80 p.

MONNET J. C., 1996. *Caractérisation fonctionnelle d'unités cartographiques prairiales dans le massif du Jura. Application à la définition des terroirs du Comté*, thèse doctorat, Université de Franche-Comté, 526 p.

MONNET J. C., BERODIER F. et BADOT P. M., 2000. “Characterization and localization of a cheese georegion using edaphic criteria (Jura mountains, France)”, *J. Dairy Science*, 83, 1692-1704.

MONTEGUT J., 1997. Evolution et régression des messicoles. In: Dalmas J.P. (Ed.). Faut-il sauver les mauvaises herbes ? Actes du Colloque de Gap, 9-12 juin 1993. Conservatoire botanique national de Gap-Charance, p 11-32.

NEGRE R., 1966. Les Thérophytes. *Mém. Soc. Bot. Fr.* : 92-108.

NEGRE R., 1961. Petite Flore des Régions Arides et Semi-Arides du Maroc Occidental. CNRS, Paris, France, 2 tomes, 297 p

OLDFIELD T. E. E., SMITH R. J., HARROP S. R. et LEADER-WILLIAMS N., 2004. A gap analysis of terrestrial protected areas in England and its implications for conservation policy. *Biological Conservation* 120: 303-309.

OLIVEREAU F., 1996. Les plantes messicoles des plaines françaises. *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 28, 5-18.

ORSHAN G., MONTENEGRO G., AVILA G., ALJARO M. E., WALCKOWIAK A. et MUJICA A. M., 1984. Plant growth forms of Chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. *Bull. Soc. Bot. Fr. (Actual. Bot.)*, 131: 411-425.

OULED BELKHIR E., 1988. Contrebutons à l'étude de la fixation des dunes dans la région d'Elmesrane (W. de Djelfa) et Bou-Saad (W. de M'sila). Thèse magister, I.N.A., Alger. 98p

OZENDA P., 1983. Flore du Sahara septentrional. 2eme édition, Paris Cent. Nat. Rech. Sciet., 622 p.

OZENDA P., 1977. Flore du Sahara septentrional. 1er édition, Paris Cent. Nat. Rech. Scient., 622 p.

OZENDA P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 432p.

OZENDA P., 1991. Flore de Sahara (3^{ème} édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS, 662p. + cartes.

PAOLETTI M. G., 1995. Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. *Landscape and Urban Planning* 31: 117-128.

PAOLETTI M. G., PIMENTEL D., STINNER B. R. et STINNER D., 1992. Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 40: 3-23.

PARTEL M., HELM A., INGERPUU N., REIER U., TUVI E. L., 2004. Conservation of Northern European plant diversity: the correspondence with soil pH. *Biological Conservation* 120: 525-531.

PEETERS A., JANSSENS F., 1995. Agriculture et nature Concilier la biodiversité et une production agricole performante en prairie : est-ce possible ? *Annales de Gembloux* 101: 127-147.

PETIT S., THENAIL C., CHAUVEL B., LE CŒUR D. et BAUDRY J., 2008. Les apports de l'écologie du paysage pour comprendre la dynamique de la flore adventice. *Innovations Agronomiques (2008)* 3, 49-60.

PIELOU E., 1966. The measures of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13: 131-144.

QUEZEL P., 1965. La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. Ed. Masson, Paris, 333 p.

QUEZEL P., 1978. Analysis of flora Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65 : 479-534.

QUEZEL P., 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Meghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 p.

QUEZEL P. et SANTA S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS éd, Paris, Vol.1, 1-565.

QUEZEL P. et Santa S., 1962-63. Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. 2 tomes, CNRS, Paris, France

QUEZEL P. et SANTA S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS éd, Paris, Vol.2, 566-1170.

RAHMAN A., JAMES T. K. et GRBAVAC N., 2006. Correlation between the soil seed bank and weed populations in maize fields. *Weed Biology and Management*, 6, 228-234.

RAHALI A., MAKHLOUF M. et BENKHERBACHE N., 2011. Influence de l'itinéraire technique sur le stock semencier de mauvaises herbes de la zone semi- aride de Sétif. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens* ; n. 96. pages 153- 162

RAMADE F., 1984. *Éléments d'écologie, écologie fondamentale*, éditions McGraw. Hill., Paris, 397 p.

RAMEAU J. C., 1987. *Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France.* Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. De Besançon, 344 p.

RATNADASS A., FERNANDES P., AVELINO J. et HABIB R., 2011. "Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review", *Agronomy for Sustainable Development*, sous presse, DOI 10.1007/s13593-011-0022-4.

RAUNKIAER C., 1904. Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season, in Raunkiaer, 1934, 1-2

RAUNKIAER C., 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. *Bulletin Academy of Royal Science (Denmark)* 5, 347-437.

RAUNKIAER C., 1934. The life form of plants and statistical plant geography. *Collected papers*. Clarendon Press, Oxford.

REBOUD X., GABA S., BORGY B., BONNEAU M., DELOS M. et FRIED G., 2013. Que nous disent les réseaux d'observatoires sur les réactions de la flore adventice aux évolutions des pratiques agricoles ?. *Innovations Agronomiques* 28 (2013), 127-140.

REGAGBA Z., 2012. dynamique des populations végétales halophytes dans la région sud-est de Tlemcen. aspects phytoécologiques et cartographiques. thèse de doctorat en biologie. option : écologie végétale. faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. département d'écologie et d'environnement. 169 P.

RICHARDSON D. M., PYSEK P., REJMANEK M., BARBOUR M. G., PANETTA F. D. et WEST C. J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution*, 6, 65-112.

RICKLEFS R. E. et MILLER G. L., 2005. *Ecologie*. 4^{ème} Ed. De Boeck & Larciens. a. Paris, 821 p.

ROBINSON R. A. et SUTHERLAND W. J., 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39,157-176.

ROGER-ESTRADE J., LABREUCHE J. et RICHARD G., 2011. Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL) et protection physique des sols ; Cah Agric 20 : 186-93.

ROMAIN NGUEGUIM J., ZAPFACK L., YOUNBI E., RIERA B., ONANA J., FOAHOM B. et JUDITH G. M., 2011. Diversité floristique sous canopée en plantation forestière de Mangombe-Edea (Cameroun). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2010 14(1), 167-176

ROSCHEWITZ I., GABRIEL D., TSCHARNTKE T. et THIES C., 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology* 42, 873-882

SAFFOUR K., RZOZI S.B. et BOUHACHE M. 2000. Caractérisation de la période critique de compétition des adventices avec le blé. Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon, 6-8 septembre 2000.

SAÏD E., VAN DER WERF A., THOMPSON K., RODERICK M., GARNIER E. et ERIKSSON O., 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* 10, 609-620.

SAÏD S., RAMEAU J. et BRUN J., 2003. Évolution et diversité végétales en Corse suite à la déprise agricole - Revue forestière française. LV - 4-2003.

SAKAI 2001. The population biology of invasive species in annual review of ecology and systems, pp. 305-332.

SALVAUDON A., 2006. Mémento de terrain. Gestion des milieux et des espèces. N° 83.

SAUZEAU B., 2010. Effet de la structure des paysages agricoles sur la flore adventice. Université de Rennes ; 20 P.

SAYED I., CHELOUFI H., HALILAT M.T. et EDDOUD A., 2014. Contribution à l'étude quantitative des messicoles associées aux céréales conduites sous centre pivots dans la région de Ouargla (cas des périmètres céréaliers de Hassi Ben Abdallah). Revue agriculture 08, 04-09.

SAYED I., HALILAT M.T. et EDDOUD A., 2009. Diversité floristique dans les champs céréaliers conduits sous centre pivot dans la région d'Ouargla (Cas de la région de Hassi Ben Abd Allah). Mémoire de magister en sciences agronomiques. Université Kasdi Merbah Ouargla. 157 P.

SENOUSSI A. et BENSEMAOUNE Y., 2011. Les parcours sahariens entre usage et enjeu ! Cas de la région de Ghardaïa, Université Kasdi Merbah Ouargla, Publication : Algérien journal of arid environnement. 37 p.

SHANNON C. E. et WEAVER W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, Chicago Ill., Univ. Illinois Press. 125 p.

SIRVENT L., 2020. Les types biologiques : État de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 65 P.

SMART S. M., MARRS R. H., LE DUC M. G., THOMPSON K. E. N., BUNCE R. G. H., FIRBANK L. G. et ROSSALL M. J., 2006. Spatial relationships between intensive land cover and residual plant species diversity in temperate farmed landscapes. Journal of Applied Ecology, 43, 1128–1137.

STOATE C., BALDI A., BEJA P., BOATMAN N. D., HERZON I., VAN DOORN A., DE SNOO G. R., RAKOSY L. et RAMWELL C., 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe - A review. Journal of Environmental Management, 91, 22-46.

STORKEY J., MOSS S. R. et CUSSANS J. W., 2010. Using assembly theory to explain changes in a weed flora in response to agricultural intensification. Weed Science 58, 39-46.

TALEB A. et MAILLET J., 1989. Etude phytoécologique des adventices des céréales de la Chaouia, actes Inst. Agrono. Vét., pp. 101-109.

TALEB A., BOUHACHE M., RZOZI S. B., TBIB A. et CHAKIR S., 1997. Importance et répartition des graminées vivaces associées à la canne à sucre dans le secteur R'mel du Loukkos, Quatrième congrès de l'A.M.P.P., Rabat, Maroc, 19 février 1998.

TALEB A. et MAILLET J., 1994. Mauvaises herbes des céréales de la Chaouia (Maroc). I. Aspect floristique. *Weed Research*, 34, 345-352

TALEB A., BOUHACHE M. et RZOZI S. B., 1998. Flore adventice des céréales d'automne au Maroc. *Actes Inst. Agron. Veto (Maroc)* 1998, Vol. 18 (2) :121-130

TANJI A. et TALEB A., 1994. Les mauvaises herbes des sols tirs en Chaouia. [Al Awamia](#) 1994 No.86 pp.115-130 ref.31.

TAYEB O., et YAËL K., 2013. « Bilan spatialisé de la mise en valeur agricole au Sahara algérien », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 632, mis en ligne le 19 février 2013, <http://journals.openedition.org/cybergeo/25732> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo>.

TEGGAR H., 2014. Analyse de la situation des périmètres agricoles de mise en valeur dans la région d'El-Goléa, Mémoire d'ingénieur d'État en sciences agronomiques. spécialité : agronomie saharienne, université Kasdi Merbah, Ouargla, pp 32-35.

THIOMBIANO N., OUEDRAOGO R. L., BELEM M. et GUINKO S., 2009. dynamique de l'évolution et impact d'une plante envahissante au Burkina Faso : *hyptis suaveolens* (L.) POIT. *Ann. Univ. Lomé (Togo)*, 2009, série Sciences, Tome XVIII : 97-115. PP 97-115.

TRAORE K. et MANGARA A., 2009. Etude Phytoécologique des Adventices dans les Agroécosystèmes Oléicoles. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.31 No.4 (2009), pp.519-533.

TSCHARNTKE Teja, KLEIN Alexandra M., KRUESS Andreas, DEWENTER Ingolf Steffan- and THIES Carsten, 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, (2005) 8: 857–874 doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

VIOLLE C., NAVAS M. L., VILE D., KAZAKOU H., FORTUNEL C., HUMMEL I. et GARNIER E., 2007. “Let the concept of trait be functional”, *Oikos*, 116, 882-892.

VITOUSEK P. M., D'ANTONIO C. M. et LOOPE L. L., 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, 84, 468-478.

WAHBI M., 1985. Etude floristico-ecologique des adventices des céréales dans la région d'Abda (Maroc), 64 p.

WHITE T. A., BARKER D. J. et MOORE K. J., 2004. "Vegetation diversity, growth, quality and decomposition in managed grasslands", *Agriculture Ecosystems & Environment*, 101, 73-84.

WILSON B. J., WRIGHT K. J., BRAIN P., CLEMENTS M. et STEPHENS E., 1995. Predicting the competitive effects of weeds and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Research*, 35, 265-278.

YEROU H., 2013. Dynamique des systèmes d'élevage et leur impact sur l'écosystème steppique : cas de la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse de doctorat en sciences. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers Département des sciences agronomiques et forestières. Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen. 135 p.

ZOHARY H., 1971. Geobotanical foundation of the Middle East. Stuttgart, Fischer, 738 p.

