



**SOCIÉTÉ
BOTANIQUE
D'ALSACE**



Option Environnement/Agriculture
Gestion de la Nature et des Pollutions d'Origines Agricoles

Mémoire de fin d'Etudes
Ingénieur des Techniques Agricoles
de l'ENESAD

La flore messicole en Alsace.
Etat des lieux, analyses des capacités de maintien et perspectives de conservation

Guillaume FRIED

Enseignant responsable :
M. Jacques CANEILL

Maîtres de stage :
M. Michel HOFF
M. Jean-Pierre REDURON

Année 2004

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
LISTE DES TABLEAUX	2
LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES ANNEXES	4
INTRODUCTION	6
1. CONTEXTE GENERAL : LES MESSICOLES ET L'AGRICULTURE ALSACIENNE	7
1.1. LES MESSICOLES	7
1.1.1. Terminologie générale et notion de messicole	7
1.1.2. Quelques aspects des messicoles	8
1.1.2.1. <i>Biologie</i>	8
1.1.2.2. <i>Phytosociologie</i>	8
1.1.2.3. <i>Biogéographie et caryologie</i>	8
1.1.2.3.1. <i>Origine des messicoles</i>	9
1.1.2.3.2. <i>Aires de répartition actuelles</i>	9
1.1.3. La régression et ses principales causes	9
1.1.4. Intérêt patrimonial ou pourquoi préserver les plantes messicoles ?	11
1.1.4.1. <i>Ethique et culturel</i>	11
1.1.4.2. <i>Economique</i>	11
1.1.4.3. <i>Biologique et écologique</i>	11
1.1.4.4. <i>Agronomique</i>	11
1.1.5. Le Plan National d'action pour la conservation des plantes messicoles	12
1.1.5.1. <i>Présentation du Plan National.</i>	12
1.1.5.2. <i>Objectifs</i>	12
1.2. L'ALSACE ET SON AGRICULTURE : CADRE PHYSIQUE ET NATUREL ET BREF HISTORIQUE DE L'AGRICULTURE REGIONALE TRADITIONNELLE	13
1.2.1. Le cadre physique et naturel	13
1.2.1.1. <i>Les grandes régions naturelles et les sols d'Alsace</i>	13
1.2.1.2. <i>Le climat</i>	14
1.2.2. Le cadre historique	14
1.2.2.1. <i>Aspect historique de l'évolution des techniques agricoles en relation avec les messicoles : du Néolithique à 1950.</i>	14
1.2.2.2. <i>Les Petites Régions Agricoles (PRA) dans les années 1950 : le résultat de la confrontation d'une population à un territoire.</i>	15
1.2.3. Les mutations des systèmes de culture après les années 1950	16
1.2.3.1. <i>Evolution de la sole et des successions culturales</i>	16
1.2.3.1.1. <i>Evolution de la sole des grandes cultures</i>	16
1.2.3.1.2. <i>Les successions culturales</i>	17
1.2.3.2. <i>L'évolution des itinéraires techniques</i>	17
1.2.3.2.1. <i>Le désherbage</i>	17
1.2.3.2.1.1. <i>Le désherbage mécanique</i>	18
1.2.3.2.1.2. <i>Le désherbage chimique</i>	18

1.2.3.2.2. <u>Autres aspects</u>	19
1.3. LA FLORE MESSICOLE ALSACIENNE DANS LES ANNEES 90 : ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ANTERIEURS A LA PRESENTE ETUDE	19
2. PROBLEMATIQUE ET ORIENTATIONS DU TRAVAIL	20
2.1. PROBLEMATIQUE GENERALE : la protection des plantes messicoles	20
2.2. ORIENTATIONS ET SOUS-OBJECTIFS DE L'ETUDE	21
2.3. HYPOTHESES DE TRAVAIL	21
3. METHODOLOGIE	23
3.1. CADRE DE L'ETUDE	23
3.2. CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES	23
3.2.1. Présentation des sources de données	23
3.2.1.1. <i>Les manuscrits de botanistes</i>	23
3.2.1.2. <i>L'Herbier d'Alsace de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg</i>	24
3.2.1.3. <i>La base de données « BRUNFELS » de la Société Botanique d'Alsace</i>	24
3.2.2. Compilation des données	24
3.3. PROSPECTIONS DE TERRAIN	25
3.3.1. Règle de priorité des prospections et organisation générale des prospections	25
3.2.1.1. <i>Prospections dans les zones citées dans la littérature</i>	25
3.2.1.2. <i>Prospections complémentaires dans les zones sous prospectées</i>	26
3.3.2. Paramètres relevés	26
3.4. TRAITEMENT DES DONNEES	27
3.4.1. Analyse de l'évolution du statut et de la fréquence actuelle	27
3.4.1.1. <i>Calcul du taux de régression</i>	27
3.4.1.2. <i>Calcul de la fréquence relative</i>	27
3.4.1.3. <i>Calcul de l'abondance moyenne</i>	28
3.4.2. Analyses descriptives	28
3.3.2.1. <i>Analyse des caractéristiques des espèces menacées</i>	28
4. RESULTATS & DISCUSSION	29
4.1. PAR TAXON, MISE EN EVIDENCE DES ESPECES LES PLUS MENACEES ET DES CARACTERISTIQUES « BIONOMIQUES » ASSOCIEES	29
4.1.1. Statut des messicoles en Alsace	29
4.1.1.1. <i>Taux de régression et fréquence relative.</i>	29
4.1.1.2. <i>Abondance moyenne et répartition dans la parcelle</i>	31

4.1.1.2.1. <u>Evolution de l'abondance moyenne</u>	31
4.1.1.2.2. <u>Abondance des populations et précisions du statut</u>	32
4.1.1.2.3. <u>Répartition dans la parcelle</u>	33
4.1.1.3. <i>Bilan : propositions d'un classement des espèces en fonction de leur statut</i>	33
4.1.1.4. <i>Comparaison avec les niveaux national et régional</i>	34
4.1.2. Caractéristiques « bionomiques » des espèces menacées	35
4.1.2.1. <i>Analyse des tableaux de contingence</i>	36
4.1.2.2. <i>Analyse factorielle de correspondances « espèces » - « caractéristiques ».</i>	37
4.2. PAR CULTURE, MISE EN EVIDENCE DES PRATIQUES CULTURALES FAVORABLES AU MAINTIEN DES MESSICOLES	38
4.2.1. Vignes	38
4.2.1.1. <i>Etat des lieux.</i>	38
4.2.1.2. <i>Analyse des pratiques culturales en liaison avec le maintien de deux messicoles géophytes.</i>	40
4.2.2. Grandes cultures	41
4.2.2.1. <i>Etat des lieux</i>	42
4.2.2.1.1. <u>Culture de lin</u>	42
4.2.2.1.2. <u>Champs de céréales d'hiver</u>	42
4.2.2.1.2. <u>Influence de la monoculture de maïs</u>	43
4.2.2.2. <i>Analyse de quelques pratiques culturales en liaison avec le maintien des messicoles.</i>	43
4.2.2.2.1. <u>Influence d'une rotation diversifiée.</u>	43
4.2.2.2.2. <u>Influence de l'utilisation de semences de ferme.</u>	44
4.2.2.2.3. <u>Influence des produits phytosanitaires.</u>	45
4.2.3. Milieux de substitution	46
4.2.4. Bilan : influence des pratiques culturales	47
4.3. PAR PETITE REGION AGRICOLE, ANALYSE DE L'INFLUENCE DU FACTEUR EDAPHO-CLIMATQUE DANS LE PROCESSUS DE REGRESSION.	47
4.3.1. La régression au niveau des petites régions agricoles	48
4.3.2. Analyse du facteur edapho-climatique	49
4.3.2.1. <i>La disparition du <u>Caucalido daucoidis-Scandicetum pectinis-veneris</u> R. Tx. 1937</i>	49
4.3.2.2. <i>La disparition du <u>Teesdalio-Arnoseridetum minimae</u> (Malc. 1929) R. Tx. 1937</i>	50
4.3.3. Bilan : Influence des conditions naturelles	50
4.4. BILAN GENERAL : L'EVOLUTION DE LA FLORE MESSICOLE EN ALSACE	50
5. PROPOSITIONS D' ACTION	51
5.1. PLAN REGLEMENTAIRE	51
5.2. CONSERVATION EX SITU	52

5.3. CONSERVATION <i>IN SITU</i>	53
5.3.1. Sites où la maîtrise foncière est assurée	53
5.3.2. Renforcement de populations	54
5.3.3. Réintroduction	54
5.3.4. Préconisations générales pour le maintien des messicoles en Alsace.	54
<i>5.3.4.1. Réorientations générales de l'agriculture en Alsace.</i>	54
<i>5.3.4.2. Mesures agro-environnementales spécifiques aux messicoles.</i>	55
5.4. SENSIBILISATIONS	56
CONCLUSION	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	59
GLOSSAIRE	65
ANNEXES	66

REMERCIEMENTS

Que toutes les personnes qui m'ont aidé dans ce travail, à tous les niveaux de son élaboration, trouvent ici l'expression de ma gratitude :

- le Doyen de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et le comité de la Société Botanique d'Alsace pour avoir rendu tout cela possible en acceptant la réalisation de ce travail dans le cadre d'un mémoire d'ingénieur ;
- je tiens tout particulièrement à remercier mes maîtres de stage : M. Michel HOFF, Conservateur de l'Herbier de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR) et M. Jean-Pierre REDURON, directeur du Conservatoire Botanique de la Ville de Mulhouse pour leur confiance et leur relecture du travail ; de même je remercie l'encadrement dont j'ai bénéficié à l'ENESAD : mon maître de mémoire, M. Jacques CANEILL, Professeur d'Agronomie, et M. Philippe ROYER, responsable de l'option Environnement/Agriculture de l'ENESAD, pour leurs relectures critiques.

Organismes et personnes ressources en botanique et protection de la nature :

- les membres de la Société Botanique d'Alsace : je tiens en particulier à remercier très chaleureusement pour leurs données anciennes ou plus récentes sur les messicoles : M. Albert BRAUN (Maître-assistant retraité), M. François LABOLLE (Enseignant SVT), M. Raymond SCHIRMER (bureau d'étude ECOSCOPI), et tout spécialement pour leurs indications de terrains : M. Jean-Pierre BERCHTOLD (Maître de Conférences en Zoologie, retraité) et M. Hugues TINGUY (Ingénieur ITA, DRAF) ;

Que soit ici également remerciées les personnes volontaires pour effectuer des prospections dans des secteurs spécifiques : Mme Michelle SCHORTANNER (DIREN), M. Claude NICLOUX (DIREN), M. Philippe LACOUMETTE (Président d'Alsace Nature 68).

- l'équipe de l'Herbier : Mlle Françoise DELUZARCHE (conservatrice-adjointe) et Mme Marie-Louise SCHWALBACH pour le déchiffrement des anciennes étiquettes d'herbiers ;
- le Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles : pour la diffusion du Plan National avant sa parution reportée... et Mlle Myriam VIREVAIRE pour les données sur la longévité des semences ;
- le Conservatoire des Sites Alsaciens : Mlle Gaëlle GRANDET, attachée scientifique.
- le Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons (CSNB) : M. Gilles LOUVIOT, pour les informations sur l'expérience de gestion conservatoire en partenariat avec l'INRA de Dijon.

Organisations professionnelles et administrations agricoles:

- le Service Régional de la Protection des Végétaux,
- la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt / Service Régional de Statistique Agricole LORRAINE ALSACE : Mlle Delphine HECTOR (documentation), pour les données de la statistique agricole alsacienne de 1950 à 2000 ;
- la Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin : Mme Christiane SCHAUB (Agriculture Biologique), M. François CHOPOT (Agronomie) ;
- l'ADAR (Association de Développement Agricoles et Rurales) du Vignoble : M. Jean-Marie SPEICH, pour les tendances actuelles de l'itinéraire technique en vignes ;
- l'OPABA (Organisation Professionnelle des Agriculteurs Biologiques d'Alsace) ;
- la Direction Départementale de l'Équipement du Bas-Rhin (DDE 67).

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

dans le texte :

<u>Tableau 1</u> : Taxons disparus avant 1990, par ordre chronologique de disparition.	30
<u>Tableau 2</u> : Taxons non revus en 2004.	30
<u>Tableau 3</u> : Les taxons de niveau 1 en Alsace.	34
<u>Tableau 4</u> : Comparaison du nombre de taxons par niveau de rareté Alsace/France et pourcentage de perte en Alsace.	35
<u>Tableau 5</u> : Comparaison de l'abondance moyenne de quelques espèces dans les champs cultivés et les vignes.	40
<u>Tableau 6</u> : Répartition des observations d'espèces réputées indifférentes à la nature du sol selon le type de sol.	45
<u>Tableau 7</u> : Fréquence de quelques espèces dans les céréales et le colza.	47
<u>Tableau 8</u> : Rapport observations milieux de substitution / milieux cultivées.	48
<u>Tableau 9</u> : Nombre de taxons rares par Petites Régions Agricoles après 1990.	49
<u>Tableau 10</u> : Liste des taxons protégés au niveau national ou régionale en Alsace.	52
<u>Tableau 11</u> : Taxons dont les semences ont été récoltées.	53

en annexes :

<u>Tableau 12</u> : Liste des 101 taxons de l'enquête nationale de 1999 en 3 niveaux de rareté décroissante.	68
<u>Tableau 13</u> : Evolution du statut et taux de régression des 92 taxons étudiés.	82
<u>Tableau 14</u> : Fréquence relative et abondance moyenne dans les champs cultivés.	84
<u>Tableau 15</u> : Fréquence relative et abondance moyenne dans les vignes.	85
<u>Tableau 16</u> : Tableau récapitulatif (taux de régression, fréquence, abondance).	86
<u>Tableau 17</u> : Abondance de quelques taxons avant 1950 et en 2004.	88
<u>Tableau 18</u> : Liste des taxons de la catégorie 1 (disparu).	89
<u>Tableau 19</u> : Liste des taxons de la catégorie 2 (en danger).	90
<u>Tableau 20</u> : Liste des taxons de la catégorie 3 (régression marquée).	91
<u>Tableau 21</u> : Liste des taxons de catégorie 4 (en maitien).	92
<u>Tableau 22</u> : Liste des taxons hors catégorie (statut à préciser).	92
<u>Tableau 23</u> : Statut des 92 taxons étudiés dans les régions limitrophes à l'Alsace.	93
<u>Tableau 24</u> : Nombre de semences produites par individu pour quelques taxons.	98
<u>Tableau 25</u> : Liste des taxons présents exclusivement ou non dans le vignoble alsacien.	100
<u>Tableau 26</u> : Comparaison des 20 taxons étudiés les plus fréquents dans le colza et les céréales.	103
<u>Tableau 27</u> : Répartition de quelques messicoles dans des milieux autres que cultivés.	105
<u>Tableau 28a</u> : Taxons présents à Balbronn avant 1976.	107

<u>Tableau 28b</u> : Taxons présents à Balbronn après 1990.	107
<u>Tableau 29a</u> : Taxons présents à Bouxwiller-Imbsheim au XIX ^{ème} siècle.	108
<u>Tableau 29b</u> : Taxons présents à Bouxwiller-Imbsheim après 1990.	108
<u>Tableau 30a</u> : Taxons présents à Hirtzfelden avant 1970.	109
<u>Tableau 30b</u> : Taxons présents à Hirtzfelden après 1990.	110
<u>Tableau 31a</u> : Taxons présents à Haguenau avant 1990.	110
<u>Tableau 31b</u> : Taxons présents à Haguenau après 1990.	111
<u>Tableau 32a</u> : Taxons présents à Illfurth avant 1900.	111
<u>Tableau 32b</u> : Taxons présents à Illfurth après 1990.	112
<u>Tableau 33</u> : Statut des messicoles selon le type de sol.	113
<u>Tableau 34a</u> : Exemple de CTE mis en place en Alsace.	
<u>Tableau 34b</u> : Exemple de CAD spécifique au maintien des messicoles.	

LISTE DES FIGURES

dans le texte :

<u>Figure 1</u> : Les régions naturelles de l'Alsace, d'après H.CALLOT, in Y.SELL (1998).	13
<u>Figure 2</u> : Evolution des rendements moyens de blé tendre en Alsace depuis 1950.	16
<u>Figure 3</u> : Evolution de la sole céréalière (AGRESTE, 1950-2000).	16
<u>Figure 4</u> : Territoire couvert par les données saisies.	24
<u>Figure 5</u> : Territoire couvert par les prospections de 2004.	29
<u>Figure 6</u> : Répartition des taxons dans les différentes catégories.	34
<u>Figure 7</u> : Carte de répartition de <i>Bromus secalinus</i> L. en Alsace	44
<u>Figure 8</u> : Espaces entre cultures de colza et de blé avec notamment <i>Centaurea cyanus</i> L. et <i>Papaver rhoeas</i> L.	
<u>Figure 9</u> : Répartition des taxons les plus menacées (catégories 2a et 2b).	48
<u>Figure 10</u> : Répartition des taxons de niveau 1 (en régression et menacées sur le territoire national) en Alsace.	49
<u>Figure 11</u> : Répartition de quelques espèces du <i>Caucalidion platycarpi</i> en Alsace avant et après 1990.	49
<u>Figure 12</u> : Répartition de quelques espèces <i>Teesdalia-Arnoseridetum minima</i> en Alsace avant et après 1990.	50

en Annexes :

<u>Figure 13</u> : Les grandes régions de productions agricoles alsaciennes.	71
<u>Figure 14</u> : Talus de la route RD 883 à Zehnacker (67) avec notamment <i>Adonis aestivalis</i> L.	119
<u>Figure 15</u> : Population d' <i>Ornithogalum nutans</i> L. en Forêt Communal d'Issenheim (68).	120

<u>Figure 16</u> : Champ de seigle avec <i>Agrostemma githago</i> L., <i>Centaurea cyanus</i> L. et <i>Papaver rhoeas</i> L., Haguenau (67).	121
<u>Figure 17</u> : champ de blé avec <i>Adonis aestivalis</i> L.. De haut en bas : (a) au centre de la parcelle ; (b) en bordure ; (c) détail d'un individu.	122

LISTE DES ANNEXES

<u>ANNEXE 1</u> : Liste des associations de messicoles de la classe des <i>Stellarietea mediae</i> (Br.-Bl. 1921) R.Tx., Lohm. et Prsg. 1950 em. Schub. 1995 (d'après SCHUBERT <i>et al.</i> , 2001).	67
<u>ANNEXE 2</u> : Liste des taxons retenus par l'enquête nationale (d'après ABOUCAYA <i>et al.</i> , 2000).	68
<u>ANNEXE 3</u> : Présentation sommaire des Petites Régions Agricoles alsaciennes (d'après TROER, 1992).	71
<u>ANNEXE 4</u> : Le désherbage mécanique en viticulture, quelques principes.	74
<u>ANNEXE 5</u> : Rappel sur les modes d'actions, la classification et la sélectivité des herbicides.	75
<u>ANNEXE 6</u> : l'enherbement interligne en viticulture.	77
<u>ANNEXE 7</u> : Poème nostalgique dédié aux messicoles.	78
<u>ANNEXE 8</u> : Liste des taxons étudiés dans le présent mémoire.	79
<u>ANNEXE 9</u> : Caractéristiques et modalités des caractéristiques retenues pour décrire les espèces messicoles.	81
<u>ANNEXE 10</u> : Taux de régression et statut ancien des messicoles en Alsace.	82
<u>ANNEXE 11</u> : Fréquence relative et abondance moyenne des taxons étudiés dans les champs cultivés.	84
<u>ANNEXE 12</u> : Fréquence relative et abondance moyenne des taxons étudiés dans les vignes.	85
<u>ANNEXE 13</u> : Tableau récapitulatif : taux de régression et fréquence relative en 2004.	86
<u>ANNEXE 14</u> : Comparaison de l'abondance avant 1950 et après 2000.	88
<u>ANNEXE 15</u> : Liste des taxons en 4 catégories de menaces décroissantes.	89
<u>ANNEXE 16</u> : Comparaison du statut des messicoles en Alsace et dans les régions limitrophes.	93
<u>ANNEXE 17</u> : Analyse statistiques (test du Khi ²) des caractéristiques biotiques des espèces en régression et en maintien.	95
<u>ANNEXE 18</u> : Nombre de semences produites par individu.	98
<u>ANNEXE 19</u> : Représentation graphique de l'AFC « Espèces » - « Caractéristiques biotiques ».	99
<u>ANNEXE 20</u> : Taxons présent exclusivement ou non dans le vignoble alsacien.	100
<u>ANNEXE 21</u> : Analyse des corrélations entre pratiques culturales (enherbement,	

désherbage) et répartition spatiale des espèces dans la parcelle.	101
<u>ANNEXE 22</u> : Comparaison des fréquences de quelques dicotylédones et graminées dans les céréales et le colza.	103
<u>ANNEXE 23</u> : Milieux de substitution observés pour les messicoles en Alsace.	105
<u>ANNEXE 24</u> : Exemple de la régression au niveau de quelques communes représentatives des Petites Régions Agricoles.	107
<u>ANNEXE 25</u> : Liste des taxons et de leur statut actuel selon le type de sol.	113
<u>ANNEXE 26</u> : Modèle d'évolution de la flore messicole en Alsace.	115
<u>ANNEXE 27</u> : Quelques extrait de fiches de synthèses réalisées pour les 92 taxons étudiés (FRIED, 2004, à paraître).	116
<u>ANNEXE 28</u> : Description des stations où des espèces messicoles protégées par la loi se maintiennent en dehors des champs cultivés.	119
<u>ANNEXE 29</u> : Description des stations riches en messicoles (espèces de niveau 1).	121
<u>ANNEXE 30</u> : Exemple de mesures agro-environnementales favorables aux messicoles.	125

INTRODUCTION

Dans un récent ouvrage traitant de la nature menacée en Alsace (SBA, 2003), la Société Botanique d'Alsace (SBA) a publié une liste rouge des plantes vasculaires menacées. Cette liste ne compte pas moins de 54 messicoles (plantes annuelles des céréales d'hiver ou dans un sens plus large, adventices des cultures) dont la moitié est présumée disparue ou au bord de l'extinction. Si les messicoles représentent un peu moins de 10 % de l'ensemble des taxons de la Liste Rouge régionale, on note que dans la catégorie des taxons éteints, les adventices sont sur-représentées avec près d'un tiers des espèces, faisant état comme dans le reste du territoire, de la forte précarité de la biodiversité végétale dans les champs cultivés.

Si dans l'ensemble, la régression de ces espèces est une réalité bien connue des spécialistes, agronomes ou botanistes, le statut précis des espèces adventices n'est pas toujours connu avec précision (REBOUD *et al.*, 2003). Ainsi certaines espèces, qui en Alsace, sont présumées disparues (*Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix¹), ou en danger (*Lithospermum arvense* L.), pourraient encore subsister çà et là, tandis qu'à l'inverse, la situation d'autres espèces pourrait être plus préoccupante qu'on ne le pense. Cet état d'imprécision trahit un manque de prospection dans les milieux cultivés, habitats aujourd'hui souvent délaissés par les botanistes, car demandant un effort d'investigations rarement récompensé, ou bien considéré comme du seul ressort de l'agronomie (MONTEGUT, 1993).

L'existence d'un Plan National d'Action pour la Conservation des Plantes Messicoles (ABOUCAYA *et al.*, 2000) et, par conséquent, d'une ligne budgétaire spécifique attribuée aux Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) pour son application dans chaque région, a motivé le lancement d'une grande enquête sur les espèces messicoles en Alsace, sous la double tutelle de la Société Botanique d'Alsace (SBA) et de l'Herbier de l'Université Louis Pasteur (ULP) de Strasbourg. Cette étude se justifie d'autant plus que l'Alsace était encore récemment citée comme une région intéressante pour la riche flore messicole qu'elle héberge compte tenu de sa position paléogéographique (FILOSA, 1993). Par ailleurs, celle-ci s'inscrit entièrement dans les objectifs et missions des structures encadrantes :

- la SBA a pour objet l'inventaire et l'étude de la flore et de la végétation de l'Alsace et des régions limitrophes. Les observations des membres sont intégrés dans une base de données appelée « BRUNFELS ». Une 3^{ème} édition de la Flore d'Alsace ainsi que la réalisation d'un Atlas régional de répartition des espèces figurent parmi ses projets.
Enfin, les statuts de la SBA impliquent la participation à de nombreux travaux collectifs (listes rouges nationales et régionales, inventaire des Ptéridophytes, enquête « liparis de Loesel », etc.) dont le « Plan messicole » est un cas typique ;
- l'Herbier de l'ULP de Strasbourg, le sixième de France par son importance, abrite environ 350 000 spécimens récoltés sur deux siècles.
Il est divisé en plusieurs parties et comprend notamment un herbier d'Alsace, constitué de plante de la région au sens large (Alsace, Pays de Bade, Vosges, Jura et Suisse proches). Comme la plupart des herbiers de France, il est aujourd'hui largement sous-utilisé. L'ULP encourage donc l'accueil de stagiaires et l'utilisation des données de l'herbier dans le cadre de travaux scientifiques afin de valoriser au mieux cette manne de données exceptionnelles ;
- enfin, l'Alsace devrait se doter courant 2004 d'un Conservatoire Botanique régional (CBRA), qui pourrait débiter son action par la conservation *ex situ* des messicoles les plus menacées.

Notre étude se situe donc à la fois dans l'application à l'échelon régional du Plan National d'Action pour la Conservation des Plantes Messicoles, dans le prolongement du travail de la SBA sur les espèces messicoles de la Liste Rouge d'Alsace (et plus généralement sur la

¹ La nomenclature utilisée dans ce mémoire suit l'index de la flore de France de KERQUELEN (1993) révisé par Tela-Botanica (2000-2004). Pour quelques taxons nous avons toutefois préféré suivre JAUZEIN (1995).

connaissance de la Flore d'Alsace que ce travail fournira). Tout cela dans un contexte propice pour les actions de conservation botanique au moment où est lancée une structure régionale à cet effet (CBRA).

1. CONTEXTE GENERAL : LES MESSICOLES ET L'AGRICULTURE ALSACIENNE

1.1. LES MESSICOLES

1.1.1. Terminologie générale et notion de messicole

Couramment, on désigne par « mauvaises herbes » toutes plantes indésirables où elles se trouvent (OLIVEREAU, 1996). En agronomie, on parle en terme plus précis d' « adventices », pour qualifier les plantes étrangères à la parcelle et nuisibles aux cultures. Notons que les botanistes donnent une définition plus large de ce terme : est adventice toute « plante qui s'ajoute à un peuplement végétal auquel elle est initialement étrangère » du latin *adventium* : supplémentaire (BOURNERIAS *et al.*, 2001). Suivant l'échelle considérée, une adventice est soit une plante réellement étrangère (allochtone) soit une plante « indigène » qui peut s'introduire dans les champs cultivés où elle devient la « mauvaise herbe » de l'agronome.

La notion de « messicole » est plus précise. Toutefois, plusieurs acceptions du terme sont données dans la littérature. Pour FRANCOIS (1943), les messicoles sont tout simplement « les commensales de nos moissons », tandis que AYMOUNIN (1962) les définit, de manière plus restrictive, comme « des plantes annuelles ayant un cycle biologique comparable à celui des céréales et très inféodées au milieu moisson » (cités par OLIVEREAU, 1996).

OLIVEREAU (1996) propose sa propre définition des messicoles : « plantes annuelles, ou plus rarement vivaces, qui ont un cycle biologique similaire à celui des céréales et qui vivent de façon exclusives ou préférentielles dans les milieux soumis à la moisson ». Par rapport au terme général d'adventice des cultures, cette définition exclut donc les espèces liées aux cultures sarclées ou aux sols enrichis ou perturbés (plantes nitrophiles ou rudérales comme les *Chenopodium*), ainsi que les espèces à floraison précoce (ex : *Mibora verna*) dont le cycle diffère des céréales. Les espèces communes aux moissons et aux cultures sarclées (*Tulipa* sp., etc) sont en revanche comprises parmi les messicoles.

Pour JAUZEIN (1997), les messicoles comprennent uniquement des espèces annuelles des céréales d'hiver et dans une moindre mesure des céréales de printemps. Il précise d'autre part que ce terme doit être réservé aux espèces stables (jusqu'au XX^{ème} siècle) et parfaitement naturalisées en France (JAUZEIN, 2002a). Cela permet d'exclure toutes les adventices nouvellement introduites (« néophytes » : introduite après 1500) que l'on distingue des « archéophytes », plantes présentes en France avant 1500 (JAUZEIN, 2002a).

Notons enfin qu'au sein des messicoles, on distingue un groupe de plantes particulier dites « linicoles » qui correspondent aux espèces inféodées à la culture du lin (exemples : *Lolium temulentum* L. subsp. *linicolum* Berher ou *Cuscuta epilinum* Weihe).

Les « messicoles » ne bénéficient donc pas d'une définition bien stricte - le terme est d'ailleurs absent du Petit Larousse comme le remarque FABRI (1993) - celle-ci variant d'un spécialiste à l'autre. Parallèlement à cette difficulté, notons le fait que, des plantes ayant un comportement de messicoles en une région peuvent se comporter différemment dans une autre région...

Dans le Plan National d'Action, le terme messicole a été précisé comme suit : « **espèce annuelle des cultures de céréales et de lin** » (ABOUCAYA *et al.*, 2000). Toutefois, les auteurs ont rattachées **certaines espèces vivaces géophytes** à l'étude « pour des raisons opérationnelles ». Nous nous attacherons à suivre cette définition dans le présent travail.

1.1.2. Quelques aspects des messicoles

1.1.2.1. Biologie

La biologie des messicoles reflète les adaptations particulières au milieu agricole, caractérisé par ses fortes contraintes et son instabilité (OLIVEREAU, 1996).

Les messicoles sont, à de rares exceptions près, des espèces annuelles. Elles appartiennent au type biologique des thérophytes (classification de Raunkiaer, 1905), c'est-à-dire aux plantes dont le mode de persistance exclusif durant la mauvaise saison est la graine. En cela, elles sont particulièrement adaptées à l'instabilité des sols agricoles régulièrement retournés. Parmi les deux grands types de stratégie de reproduction (r et K) les messicoles annuelles se rattachent à la stratégie r : de courte durée de vie, elles réalisent un effort important pour la reproduction. Plus de 20 % du budget énergétique de la plante est utilisé pour la reproduction et près de 50 % de la biomasse aérienne correspond aux organes floraux. Ainsi, un pied de Nielle des blés peut produire jusqu'à 2 000 graines et un pied de Coquelicot de 50 000 à 60 000 graines (OLIVEREAU, 1996).

La définition retenue par le « Plan messicole » (ABOUCAYA *et al.*, 2000) comprend quelques espèces vivaces (*Bunium bulbocastanum* L., *Tulipa* sp., etc). Ces espèces ont une stratégie de reproduction de type K : de longévité plus ou moins grande, elles développent un effort de reproduction modéré. Elles fructifient rarement dès la première année et persistent donc plutôt dans les milieux stables. Les messicoles appartenant à ce groupe correspondent généralement au type biologique des géophytes (l'organe de survie persistant est enfoui dans le sol durant la mauvaise saison : bulbes, rhizomes, etc.). Ce type d'adaptations particulières de l'appareil souterrain permet à ces espèces vivaces de survivre dans un milieu perturbé comme le champ cultivé (OLIVEREAU, 1996).

1.1.2.2. Phytosociologie

Plusieurs groupements phytosociologiques des moissons ont été décrits par BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE et NEGRE en France (cité par ABOUCAYA *et al.*, 2000). Des synthèses plus récentes en Allemagne (SCHUBERT *et al.*, 2001) et en France (BARDAT *et al.*, 2004) proposent une nouvelle classification des associations.

Selon BRAUN-BLANQUET, les groupements végétaux liés aux cultures de céréales ou de lins font partis de la classe des *Secalinetea* qui comprend un seul ordre, celui des *Secalinetalia*. Suivant les caractéristiques du sol et du climat, plusieurs associations ont été distinguées : *Bunio-Galietum tricornis* Br.Bl. 1931 en plaine, sur sol calcaire profond et perméable ; *Androsaceto-Iberidetum pinnatae* Br.Bl. (1915) 1936 dans les moissons d'altitudes, sur sol calcaire pierreux et peu profond ; *Scleranthetum annui* Br.Bl. 1915 sur sols siliceux et *Polycnemo-Linarietum* Br.Bl. 1936, qui se développe après les moissons sur des sols peu perméables et marneux (ABOUCAYA *et al.*, 2000).

Aujourd'hui les phytosociologues (SCHUBERT *et al.*, 2001) distinguent au sein de la classe des *Stellarieta mediae*, les communautés sur sol neutro-alcalin (ordre des *Secalietalia*, syn : *Centaureetalia cyani*) et sur sols plus ou moins acides (*Spergularietalia arvensis*, syn : *Aperetalia spicae-venti*).

1.1.2.3. Biogéographie et caryologie

1.1.2.3.1. Origine des messicoles

La plupart des botanistes attribuaient traditionnellement aux messicoles une origine géographique que l'on situe généralement autour du Proche ou du Moyen-Orient (Mésopotamie). Plusieurs arguments vont en effet dans ce sens :

- les céréales cultivées en Europe seraient originaires de cette région : les ancêtres du blé, de l'orge et du seigle ne cohabitent à l'état sauvage qu'au sein d'une zone allant de la Palestine à la Mer Caspienne ;

- ces régions comptent dans leur flore spontanée « non seulement les ancêtres des céréales, mais aussi diverses messicoles inféodées en France aux cultures céréalières » (AYMONIN, cité par JAUZEIN, 2002a) ;

- enfin les études caryologiques apportent des arguments génétiques. On estime généralement que dans un complexe spécifique, les diploïdes représentent l'élément originel, stable, aux exigences écologiques strictes, tandis que les polyploïdes sont des descendants, plus tolérants (ayant un plus large spectre autécologique), pouvant migrer et coloniser des milieux perturbés. Ainsi plusieurs messicoles sont tétraploïdes en France et diploïdes en Méditerranée orientale (VERLAQUE et FILOSA, 1993). De même, la diversité intra-spécifique est généralement plus importante dans la région d'origine d'une espèce. Ainsi pour la Nigelle des champs, la subsp. *arvensis* est la seule présente en France alors qu'en Méditerranée orientale plusieurs sous-espèces existent.

Cette hypothèse d'une origine orientale des messicoles est toutefois de plus en plus remise en question ou pour le moins nuancée (VERLAQUE et FILOSA, 1993 ; ABOUCAYA *et al.*, 2000). Une espèce vivant au Moyen-Orient n'est pas obligatoirement originaire de cette région, cette localisation pouvant être le fait d'une migration secondaire (VERLAQUE et FILOSA, 1993). Ainsi, par opposition à la conception traditionnelle d'une migration d'est en ouest des messicoles, plusieurs sens de migration ont été mis en évidence sur la base d'études caryologiques récentes (VERLAQUE et FILOSA, 1993): est → ouest (ex : genre *Adonis*), ouest → est (ex : *Androsace maxima* L.), latitudinale (ex : genres *Neslia* et *Tulipa*), par l'Afrique du Nord (ex : genres *Roemeria* et *Hypecoum*) ou rayonnante.

L'origine des messicoles ne se résume donc pas uniquement au Moyen-Orient et de nombreuses espèces menacées en France sont en fait des méditerranéennes (Balkans, Mer Egée, Anatolie) ou sont, plus largement, issues du Bassin méditerranéen (*Centaurea cyanus* L.).

1.1.2.3.2. Aires de répartition actuelles

Actuellement, on observe parmi les messicoles plusieurs aires de répartition, que l'on peut classer en trois grands types :

- ⇒ aire **large**, de type **eurasiatique ou subcosmopolite** (*Centaurea cyanus* L., *Agrostemma githago* L.) ;
- ⇒ aire **sténo- ou euryméditerranéenne** (*Bifora testiculata* (L.) Spreng., *Garidella nigellastrum* L.) ;
- ⇒ taxons **endémiques** présentant une aire très localisée (*Nigella gallica* Jord. (sud-ouest européenne), *Tulipa gesneriana* L. (Savoie et Hautes-alpes) (VERLAQUE et FILOSA, 1993).

1.1.3. La régression et ses principales causes

Dans sa récente « Flore des champs cultivés », JAUZEIN (1995) estime qu' « environ 300 espèces présentes dans les champs cultivés sont aujourd'hui menacées » et que « plus d'une centaine approchent de l'extinction ». Parmi celles-ci, les messicoles sont particulièrement touchées (OLIVEREAU, 1996). La consultation des différentes flores françaises (BONNIER & DE LAYENS, 1896, COSTE, 1906, FOURNIER, 1936) montre clairement que des espèces aujourd'hui considérées très menacées étaient comme communes voir très communes avant la Seconde Guerre Mondiale (exemple : *Agrostemma githago* L.).

La régression des messicoles devint perceptibles dans les années 1950 (AYMONIN, 1962) et s'accéléra durant les années 1970-1980. Le même phénomène s'observe dans toute l'Europe occidentale : Grande-Bretagne (ROBINSON & SUTHERLAND, 2002), Suisse (WERNER, 1993), Belgique (MEERTS, 1993), etc.

L'intensification des pratiques agricoles en est la cause principale. Plus précisément, on peut distinguer les facteurs de régressions suivants, identifiés en deux groupes par JAUZEIN (2002b).

➤ **Eliminations directes**

- ⇒ le **tri des semences**, d'abord manuel, puis automatisé (trieuses, moissonneuses-batteuses), a éliminé toutes les espèces mimétiques des cultures. L'abandon des semences de ferme au profit de semences certifiées contenant de moins en moins d'« impuretés » réduit considérablement le réensemencement des parcelles.
- ⇒ un **travail du sol trop intensif** (profondeur excessif des labours, précocité des déchaumages, fréquence élevée des interventions, panoplie d'outils adaptés à chaque situation) **ou trop faible** : apparition des Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) qui conduisent à moins de perturbations du milieu et nuisent aux espèces annuelles à stratégie r, aux profits des espèces vivaces (chiendent).
- ⇒ l'augmentation de **l'utilisation des herbicides** est le facteur le plus préjudiciable selon de nombreux auteurs (OLIVEREAU, 1996 ; REDURON, 1996). Les innovations incessantes, passant de produits à larges spectres à des herbicides beaucoup plus ciblés (mais aussi de produits de contacts à des substances systémiques) ont permis aux agriculteurs de répondre à presque tous les cas de figures. Même si les épandages de phytocides se font aujourd'hui avec plus de raisonnement, 50 années de lutte systématique ont réduit les stocks semenciers du sol et il est souvent déjà trop tard pour les espèces les plus fragiles, notamment ceux dont la longévité des semences est très faible (ex : *Agrostemma githago* L., JAUZEIN, 2002b).
Toutefois un bon herbicide n'éliminant au mieux qu'environ 90 % des individus levés dans l'année, d'autres facteurs majeurs interviennent pour expliquer la quasi-disparition de nombreuses espèces (MONTEGUT, 1993).

➤ **Eliminations indirectes**

- ⇒ **Amendements et modifications du milieu** : dans le but de maintenir la plante cultivée dans des conditions optimum de croissance, de nombreuses interventions visent à modifier le milieu cultivé : drainage, irrigation, apports d'engrais et amendements calciques ou autres. De ce fait, on observe globalement une banalisation du milieu cultivé qui est néfaste aux espèces caractéristiques de milieux extrêmes (JAUZEIN, 2002 b). OLIVEREAU (1996) note ainsi la régression très nette de toutes les espèces messicoles liées aux sables et limons acides, consécutive aux apports fréquents de calcium et la disparition des espèces oligotrophes au profit des espèces nitrophiles et rudérales.
- ⇒ **Compétition mauvaises herbes/plantes cultivées** : les connaissances de plus en plus fine de la biologie des plantes cultivées et des adventices ont permis d'optimiser la compétitivité des cultures : la **densité de semis** de la culture, de plus en plus élevé, le choix de la **date de semis** permettant d'éviter les périodes de fortes compétitions, etc.
- ⇒ **Rotation simplifiée et nouvelles cultures** : la simplification des rotations s'est accompagnée d'une simplification de la flore (celle-ci étant plus ou moins spécifique à chaque culture, et sa diversité pouvant s'exprimer chaque année via le stock semencier). L'introduction de nouvelles espèces cultivées (maïs, colza, tournesol) et la tendance actuelle à la monoculture (maïs notamment) ont aggravé le cas de nombreuses espèces.
- ⇒ **Aménagement de l'espace rural (remembrement et urbanisation)** : les travaux de remembrement dans l'espace rural ont été très défavorables à la biodiversité en générale. L'élimination des milieux de transition (écotone) entre l'espace cultivé et son environnement (landes, prairies, forêts) a limité la possibilité d'échanges entre les populations des marges et celles intra-parcellaires, qui garantissait la vitalité des espèces (REDURON, 1996 ; JAUZEIN, 2002 b).
Inversement, certaines zones défavorisées ne pouvant suivre l'intensification de l'agriculture sont vouées à la déprise. Des parcelles riches en messicoles disparaissent, évoluant vers la friche ou « sacrifiées » pour l'urbanisation (JAUZEIN, 2002 b).

1.1.4. Intérêt patrimonial ou pourquoi préserver les plantes messicoles ?

1.1.4.1. Ethique et culturel

Les messicoles sont des plantes détenant une très forte symbolique. Pour le grand public, bleuets et coquelicots restent le symbole nostalgique des campagnes naturelles et préservées. L'artisanat reprend souvent comme motifs les fleurs des champs (poteries, assiettes, etc.). Parmi les artistes, de nombreux peintres se sont inspirés des paysages champêtres et plus particulièrement des messicoles : les impressionnistes, dont Monet et sa demoiselle à l'ombrelle, Klimt et son « champs de coquelicot », le Printemps de Botticelli, pour ne citer que les plus connus (ABOUCAYA *et al.*, 2000).

Enfin, on trouve souvent dans la littérature (JAUZEIN, 1995 ; ABOUCAYA *et al.*, 2000), l'évocation d'une symbolique patriotique des messicoles en France : bleu = bleuet, blanc = marguerite, rouge, = coquelicot, d'autant plus importante que leur floraison est proche du 14 juillet.

1.1.4.2. Economique

De très nombreuses messicoles ont été utilisées pour l'alimentation, la pharmacopée ou l'ornementation dans les jardins (NOLL et OLIVIER, 1993 ; CAMBORNAC, 1993 ; ABOUCAYA *et al.*, 2000).

Parmi les ornementales les plus célèbres, citons les tulipes (la « Tulipomanie » du XVI^{ème} siècle), les dauphinelles (*Consolida* spp.) mais aussi les bleuets et les coquelicots, aujourd'hui abondamment utilisés par les paysagistes sur les talus d'autoroutes.

Autrefois, les sociétés rurales tiraient pleinement bénéfice de la nature et même de ce qu'on qualifie aujourd'hui de « mauvaises herbes ». Les bulbes de *Bunium bulbocastanum* L. (« marron-de-terre ») ont longtemps été consommés avant l'arrivée de la « pomme de terre » et de nombreuses messicoles étaient utilisées comme salade : *Conrigia orientalis* (L.) Dumort., *Papaver rhoeas* L., etc., ou comme condiment : *Garidella nigellastrum* L.. Loin d'être toujours nuisible à l'activité agricole, certaines messicoles ont une valeur fourragère (*Camelina sativa* (L.) Crantz) et pour l'une d'entre elles (*Vaccaria hispanica* (Mill.) Rauschert) favoriserait même la lactation des vaches.

La grande majorité des messicoles ont des propriétés médicinales encore largement utilisées (bleuet pour des lotions et cosmétiques oculaires, coquelicot dans certains sirops anti-tussifs, etc.).

1.1.4.3. Biologique et écologique

Au-delà de l'intérêt propre des messicoles, la survie de toute une biocénose est en jeu puisque de nombreuses espèces animales et végétales sont inféodées aux messicoles : microflore et microfaune des sols cultivés ainsi que de nombreux arthropodes (GUILBOT et COUTIN, 1993). Enfin, de très nombreuses messicoles sont des plantes mellifères.

1.1.4.4. Agronomique

L'agriculture intensive et la protection systématique des cultures ont certes permis un nettoyage efficace des cultures et une augmentation importante des rendements, mais ont par voie de conséquence sélectionnés les génotypes les plus proches des cultures (sélectivité des herbicides) particulièrement adaptés aux conditions agronomiques actuelles (herbicides) (GASQUEZ, 1993). Autrement dit, l'agriculture intensive a rapidement éliminé des espèces souvent peu nuisibles (les « belles messicoles »), remplacées par des espèces beaucoup plus concurrentielles et de plus en plus difficile à combattre (apparition de vulpin résistant).

Qui plus est, il semblerait que certaines messicoles jouent un rôle bénéfique pour les cultures. Des travaux récents (WELTE et SZABOLCZ, 1997, cité par ABOUCAYA *et al.*, 2000) montrent que la nielle (*Agrostemma githago* L.) favoriserait le développement du blé, d'une part en produisant une sorte d'engrais (agrostemine), d'autre part en limitant la croissance d'autres espèces grâce à une saponine inhibitrice présente dans le tégument de la graine.

Dans le même esprit une messicole a été « redécouverte » avec le développement des TCS et notamment des cultures associées. Ainsi, en Allemagne, des agriculteurs « utilisent » la cameline (*Camelina sativa* L.) en association avec le pois, l'orge ou le blé de printemps. La cameline joue un rôle de tuteur pour le pois et évite l'emploi d'herbicides par un développement très rapide de sa végétation couvrant rapidement le sol. L'expérience semble montrer que le pois ne souffre pas de la concurrence de la cameline (ANONYME, 2003)

Toutes ses caractéristiques font des messicoles un patrimoine génétique original à fort intérêt, qui mérite largement la mise en place d'un plan national d'action pour leur conservation.

1.1.5. Le Plan National d'Action pour la Conservation des Plantes Messicoles (ABOUCA YA *et al.*, 2000).

Le souci de préserver la flore messicole est apparu très tôt en France, dès les premiers signes de déclin (AYMONIN, 1962). Il faudra cependant attendre 1993 pour un premier colloque entièrement consacré à la problématique des messicoles. Botanistes, malherbologues et conservateurs se demandent alors : « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » (Colloque de Gap, 9-12 juin 1993), question qui aboutira finalement à la réalisation d'un Plan National d'action.

1.1.5.1. Présentation du Plan National.

Tous les aspects évoqués ci-dessus (1.1.4. : éthique, économique et biologique), entrent parfaitement dans les objectifs de la préservation de la biodiversité défini à Rio en 1992. Or les pays ayant ratifié la Convention de Rio doivent mettre en place une politique précise devant assurer la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité biologique (article 6).

A ce titre, le Ministère de l'Environnement français s'est engagé à mettre cette politique en œuvre à travers un Programme d'action pour la faune et la flore sauvage (1996). Parmi les nombreuses déclinaisons de ce Programme, le Conservatoire Botanique National méditerranéen de Porquerolles s'est vu confié la responsabilité de mettre en place un plan national d'action pour la conservation des messicoles.

Préalablement à la rédaction du « Plan Messicole », une enquête nationale a été menée sur la base de 3 questionnaires (1 : chorologie en France à trois périodes distinctes ; 2 : expériences de gestion *in situ* ; 3 : conservation *ex situ* (banque de semences et maîtrise culturelle).

Les résultats montrent un très net déficit de connaissances de terrain (les botanistes prospectant très peu les milieux cultivés de nos jours...). Les renseignements concernant la chorologie et la régression ont été utilisés pour effectuer une hiérarchisation (en 3 niveaux de rareté décroissante) au sein de la liste de travail des 101 taxons (cf. Annexe 2). Les espèces de niveau 1 ont subi une très forte régression (+ de 50 %), les espèces de niveau 2 sont également très touchées par la régression, les espèces de niveau 3 sont en revanche peu concernées par le phénomène, au moins dans certaines régions.

1.1.5.2. Objectifs

En conséquence, le « Plan Messicole » prévoit de multiples actions, centrées principalement sur des efforts de prospections, de la conservation *in* et *ex situ* et une sensibilisation d'un public large et diversifié.

A partir des résultats de ces prospections, les secteurs les plus riches en messicoles (par exemple les secteurs où sont présents plusieurs taxons de niveau 1, cf. Annexe 2) doivent faire l'objet d'actions immédiates : mise en place de plans de gestion conservatoire ou acquisitions si la maîtrise foncière n'est pas acquise. Concernant la conservation *ex situ*, l'objectif est d'avoir pour toutes les espèces de niveau 1 encore existantes, un minimum de lot de semences en conservation optimale.

Les efforts de suivi se réaliseront en priorité dans les zones riches et dans les secteurs anciennement réputés pour abriter des messicoles. On peut considérer l'Alsace comme faisant au moins partie de cette dernière catégorie. Elle est en effet encore récemment citée (avec la

Côte-d'Or) comme une des régions les plus riches en messicoles en dehors du bassin méditerranéen (FILOSA, 1993). A ce titre, une déclinaison rapide du « Plan National » au niveau régional se justifie pleinement.

L'histoire des messicoles, parfois véritables plantes « compagnes » des cultures, est intimement liée à l'histoire de l'agriculture. Transportées par l'homme avec les céréales depuis le Moyen-Orient et/ou la Méditerranée orientale, les espèces du cortège messicole se sont variablement établies et maintenues suivant les régions compte tenu de l'adéquation entre leurs besoins (écologie, cycle biologique, etc.) et les possibilités offertes par le milieu : facteurs naturels (sol et climat) d'une part et pratiques agronomiques d'autres part.

Ainsi, afin de mieux cerner quelques-unes des raisons possibles de la richesse historique de l'Alsace en messicoles, le point suivant résume les principales caractéristiques de l'Alsace (milieu physique et naturel) et de son agriculture, du Néolithique à nos jours.

1.1. L'ALSACE ET SON AGRICULTURE : CADRE PHYSIQUE ET NATUREL ET BREF HISTORIQUE DE L'AGRICULTURE REGIONALE TRADITIONNELLE

L'Alsace (8 280 km²) est divisée administrativement en 2 départements, le Bas-Rhin (4 755 km²), au nord, et le Haut-Rhin (3 525 km²), au sud. C'est une entité géographique bien délimitée qui forme un territoire allongé et étroit, limitée à l'est par le cours du Rhin et à l'ouest par le Massif des Vosges. Au sud, l'Alsace est fermée par le seuil de Valdeieu (ligne de partage des eaux entre les bassins versants du Rhin et du Rhône) et au nord, la Lauter, qui coupe la plaine d'ouest en est forme la frontière avec l'Allemagne (TROER, 1992).

1.2.1. Le cadre physique et naturel

1.2.1.1. Les grandes régions naturelles et les sols d'Alsace

Le **Massif Vosgien** (en marron foncé sur la figure 1) forme une barrière naturelle orientée nord-sud. La roche mère d'origine gréseuse ou cristalline, a donné des sols siliceux chimiquement pauvres et de textures grossières (blocs, cailloux et grains de sable) avec presque pas (grès) ou peu (granite) d'éléments fins. (VOGT & METTAUER, 1983). Globalement, le Massif vosgien se caractérise par l'acidité et la pauvreté de ses sols en éléments nutritifs.

Les **Collines Sous-vosgiennes** (en marron clair), adossées à la montagne, ont été moulées dans les roches secondaires du Trias et du Jurassique. Ce sont globalement des coteaux calcaires fracturés par de nombreuses failles et l'on peut en réalité y distinguer une multitude de sols : calcaire, marno-calcaire, marno-calcaro-gréseux, calcaro-gréseux, marno-gréseux,

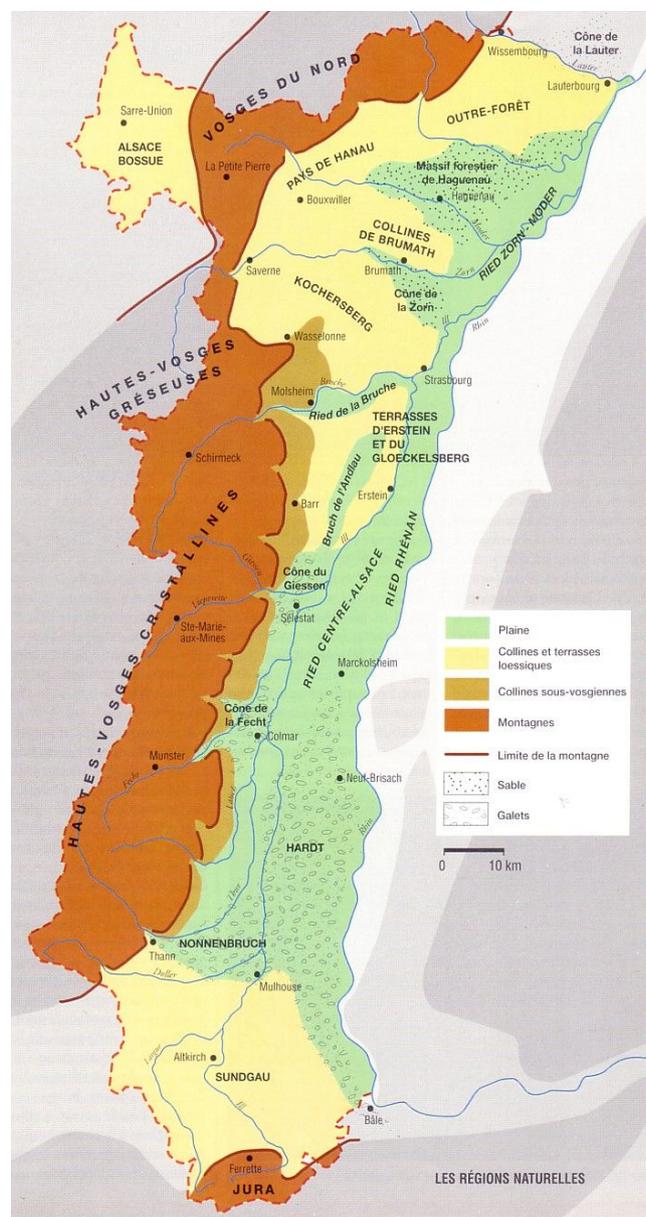


Figure 1 : Les régions naturelles de l'Alsace, d'après H.CALLOT, in Y.SELL (1998).

argilo-marneux (SITTLER, 1998). On y trouve également des schistes et des roches volcaniques (Thann).

La **Plaine d'Alsace** (en vert) s'étend entre les Collines Sous-vosgiennes et le Rhin. Elle possède une proportion élevée de sols fertiles constitués notamment de dépôts de loess qui ont formés les **Terrasses du Kochersberg, d'Erstein et du Gloeckelsberg** au nord et du **Sundgau** au sud (en jaune sur la figure 1). L'**Alsace Bossue**, administrativement rattachée à l'Alsace, appartient à l'ensemble géographique du plateau lorrain.

Les **cônes de déjection fluvio-glaciaires** au débouché des vallées vosgiennes ont formé des sols caillouteux-sableux (cône du Giessen vers Sélestat, cône de la Zorn vers Brumath, Ochsenfeld vers Cernay, etc., cf. Figure 1).

Le cône de cailloutis formé par le Rhin est caractérisé par des sols plus ou moins filtrants dans la **Hardt**. Au sud (Basse Plaine) : le cailloutis rhénan est recouvert d'une couche d'alluvions de texture limono-sableuse formant des sols profonds et bénéficiant de la proximité de la nappe. Au centre (Hardt rouge), on trouve une forte proportion de calcaire parmi le cailloutis formant un ensemble poreux, laissant très facilement filtrer l'eau. Plus au nord (Hardt grise), le sol est à nouveau moins graveleux : une couche de limon recouvrant à nouveau le cailloutis.

Enfin, les **Rieds**, zones marécageuses parcourues par de nombreuses résurgences phréatiques autour de différents affluents du Rhin (l'Ill formant le Ried Centre Alsace, le Bruch de l'Andlau, le Ried de la Bruche, etc.), comprennent des sols argileux, humifères et humides à sous-sol réducteur (gley).

1.2.1.2. Le climat

L'Alsace appartient au domaine climatique de l'Europe occidentale avec un climat de transition entre l'océanique et le continental. L'éloignement de l'océan et la barrière des Vosges accentuent la continentalité du climat par rapport au Bassin parisien. Les étés sont chauds et orageux contrastant avec des hivers froids. Cependant, compte tenu des redoux exceptionnels, de l'enneigement faible et de la rareté des fortes gelées de longues durées, le climat a un certain caractère océanique.

La poche de Colmar est l'une des régions les plus sèches de France avec moins de 550 mm de précipitation annuelle.

Enfin, les effets de microclimat sont importants du fait d'une grande variabilité des substrats et de la topographie (CALLOT, 1996)

Outre une diversité de sous-sols et de sols, la position de l'Alsace dans l'espace géographique, à mi-chemin entre le domaine atlantique et continental, avec localement des micro-stations à caractères subméditerranéen (collines sous-vosgiennes), en font un véritable carrefour floristique (REDURON, 1986). Ainsi, de nombreuses espèces par exemple continentales sont en limites d'aire occidentale en Alsace (stoppées par la barrière des Vosges). Mais la position de carrefour, si elle assure une grande diversité est également synonyme de fragilité : les espèces en limites d'aires présentent des populations isolées et fragmentées limitant les possibilités d'échanges génétiques (REDURON, 1986).

La flore messicole qui suit également le schéma présenté ci-dessus, est d'autant plus digne d'intérêt qu'elle s'exprime non seulement à l'interface des conditions naturelles mais aussi des pratiques agronomiques. Et de ce point de vue aussi, l'agriculture alsacienne a ses spécificités.

1.2.2. Le cadre historique

1.2.2.1. Aspect historique de l'évolution des techniques agricoles en relation avec les messicoles : Du Néolithique à 1950.

L'agriculture et l'élevage ont été pratiqués précocement en Alsace par rapport au reste du territoire français, exception faite du bassin méditerranéen (THEVENIN & HEIM, 1983).

➤ Préhistoire : dès le Néolithique (- 4 500), les premiers agriculteurs en provenance du Danube cultivent plusieurs céréales sur les terrasses loessiques du Kochersberg et du Sundgau (THEVENIN & HEIM, 1983).

Des analyses polliniques effectuées non loin de la région, dans le sud de l'Allemagne (RITTER & FERNEX, 1979), montrent que plusieurs messicoles archéophytes ont été introduites dès cette époque (*Centaurea cyanus* L., *Agrostemma githago* L., etc.). Il est vraisemblable que certaines messicoles méditerranéennes aient été amenées par l'intermédiaire du courant danubien, qui a également apporté son propre lot de messicoles continentales (*Alopecurus myosuroides* L., *Avena fatua* L., etc.) (JAUZEIN, 2002a).

➤ Moyen-Âge : au terme d'un lent processus d'enrichissement (une quarantaine d'espèces en un peu plus de 50 siècles), le Moyen-Âge correspond certainement à l'apogée des messicoles archéophytes qui disposent alors de surfaces sans cesse en augmentation. Au plus fort des défrichements, l'étendue des labours auraient représentés près de 90 % de la plupart des régions agricoles (WAECHTER, 1996).

➤ Du XVI^{ème} siècle au début du XX^{ème} siècle : après 1500, avec le développement des échanges commerciaux et la découverte de nouvelles flores (Amérique, Extrême-Orient, Australie, etc.), de nouvelles espèces vont progressivement être introduites et/ou cultivées.

Le XVII^{ème} (*Papaver somniferum* L., *Solanum tuberosum* L.) et le XVIII^{ème} siècle (*Brassica napus* L. et *Zea mays* L.) sont ainsi marqués par l'expérimentation de nombreuses nouvelles cultures ou variétés accompagnés d'un nouveau cortège floristique.

Le phénomène de régression de la flore messicole « archéophyte » débute lentement au XIX^{ème} siècle avec la modification progressive des rotations (abandon de la jachère, introduction de cultures sarclées dans la rotation triennale), le tri des semences puis l'abandon de certaines cultures (lin).

Cependant, au début du XX^{ème} siècle et jusque dans les années 1950-1960, l'agriculture alsacienne prend du retard sur l'évolution des techniques. L'exiguïté des exploitations incite les agriculteurs à rester fidèle à la polyculture, d'autant que le morcellement des terres empêche une spécialisation massive.

1.2.2.2. Les Petites Régions Agricoles (PRA) dans les années 1950 : le résultat de la confrontation d'une population à un territoire.

La diversité des conditions naturelles explique directement (nature du sol et du climat : cf. 1.2.1.) ou indirectement (à travers l'histoire de l'agriculture : cf. 1.2.2.) l'existence de nombreuses petites régions ou pays agricoles qui ont (plus) ou moins conservés leurs originalités jusqu'à aujourd'hui.

Dans les années 50, l'Alsace est une région agricole diversifiée au vu des nombreuses petites régions agricoles qu'elle abrite. Le climat de transition fait que les agriculteurs ont un choix très larges de spéculation (TROER, 1992). On distingue ainsi des régions où l'élevage est prédominant : la montagne et les vallées vosgiennes, l'Alsace Bossue, les Rieds et le Pays de Hanau ; contrastant avec des régions à cultures céréalières dominantes : la Hardt et la Plaine du Rhin. Des zones intermédiaires mêlent polyculture et élevage : Sundgau, bordures sous-vosgiennes, Terrasses d'Erstein et du Kochersberg, Outre-Forêt, etc. Le vignoble occupe les Collines Sous-vosgiennes mais aussi les coteaux bien exposés du Sundgau et du Kochersberg. Localement, la polyculture est associée à des cultures spéciales : houblon dans le Kochersberg, tabac sur la Terrasse d'Erstein, etc. L'annexe 3 donne plus de détails sur les divers systèmes de productions traditionnels des PRA alsaciennes.

Plusieurs facteurs semblent donc avoir été historiquement favorables à une grande richesse de messicoles en Alsace jusque dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Sans revenir sur la particularité des facteurs naturels (climat de transition, diversité de sols), du point de vue des pratiques agronomiques, la diversité des cultures (vignes, céréales à paille, cultures fourragères et industrielles, etc.) et surtout l'existence de zones cultivées très tôt (Néolithique) et toujours restées à dominantes céréalières (Kochersberg) sont quelques unes des explications à

retenir. Ajouter à cela un certain traditionalisme n'acceptant que très lentement les évolutions techniques (Sundgau, Outre-Forêt). La deuxième moitié du XX^{ème} siècle va cependant largement modifier cet état de faits.

1.2.3. Les mutations des systèmes de culture après les années 1950

A partir des années 1960 (début de la Politique Agricole Commune), et de manière encore plus nette après 1980, l'agriculture va connaître de profonds changements.

A titre d'illustration, la figure 2 montre l'évolution des rendements moyens de blé tendre. De 1950 à 1970, l'évolution des techniques amènent des progrès lents mais continus (augmentation du rendement moyen de blé tendre de 0.5 quintal/an). C'est au cours des années 1970 que les changements sont les plus nets. Les rendements de blé augmentent de plus de 73 % en moins de 10 ans alors qu'il n'avaient augmenté que de près de 45 % en l'espace de plus de 20 ans (Figure 3).

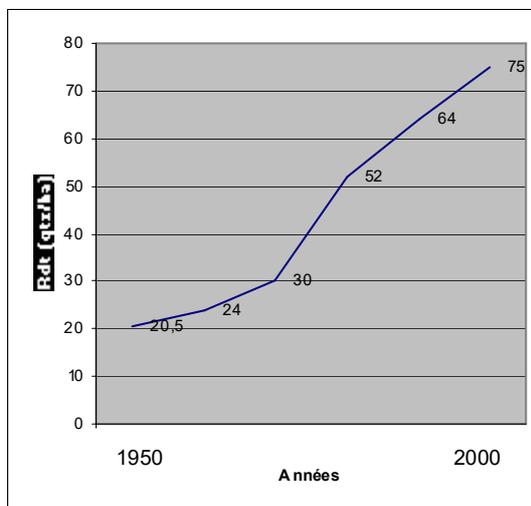


Figure 2 : Evolution des rendements moyens de blé tendre en Alsace depuis 1950.

1.2.3.1. Evolution de la sole et des successions culturales

1.2.3.1.1. Evolution de la sole des grandes cultures : toujours plus de maïs...

L'analyse des statistiques agricoles annuelles successives (ANONYME, 1953, 1960, 1971, 1981 ; AGRESTE, 1990, 2000) montrent qu'au cours des cinquante dernières années, toutes les marques de diversité sont en net recul (élevage, cultures spéciales, etc.).

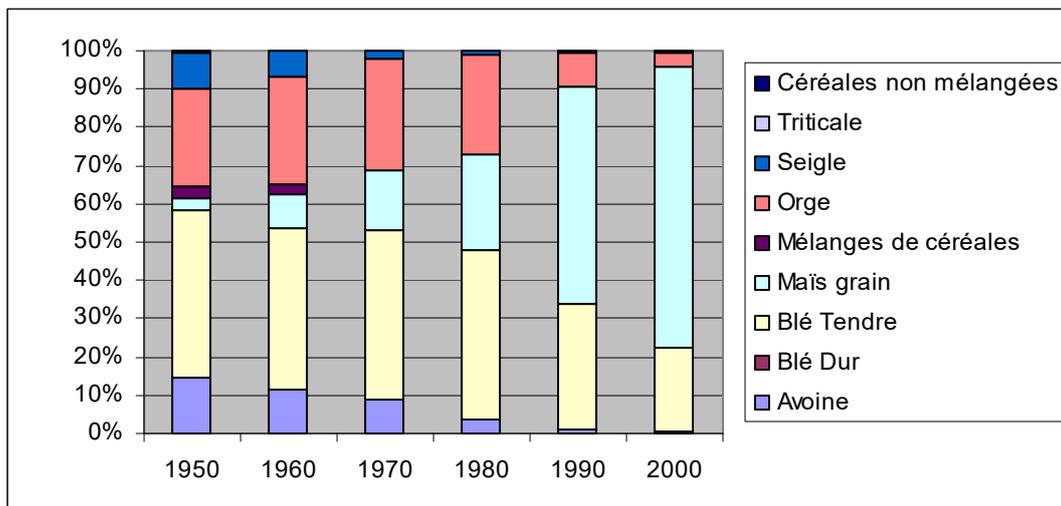


Figure 3 : Evolution de la sole céréalière (AGRESTE, 1950-2000)

Au sein des grandes cultures, la progression du maïs est très nette (figure 3). Encore très marginale en 1950, cette culture commence à progresser dans les années 1960 tandis que l'avoine continue son déclin concomitant avec la disparition des chevaux dans les campagnes. Au cours des années 1980, le maïs devient la principale céréale cultivée. Cette envolée du maïs a plusieurs explications. Le climat et les pratiques culturales comme l'irrigation permettent à l'Alsace d'obtenir des rendements très supérieurs à la moyenne nationale (de 10 à 40 % d'écart

depuis les années 1990). Enfin (et surtout ?), l'existence de la « base maïs » depuis 1993, permet aux agriculteurs d'obtenir une indemnité compensatoire à l'hectare nettement plus élevée pour cette culture que pour les céréales à pailles (AGRESTE, 1998).

Cette évolution s'est effectuée au détriment des céréales d'hiver, principales hôtes des messicoles archéophytes. En 50 ans, les messicoles ont ainsi perdu près de 70 % de leur habitat potentiel... L'avoine et le seigle ont aujourd'hui quasiment disparu, cette dernière céréale ne subsistant que sur les terres sablonneuses les plus maigres. L'orge s'est effondré (ne représentant plus que 4 % des surfaces de céréales en 1996) et les surfaces en blé, encore relativement importantes, sont en continuelle chute représentant aujourd'hui à peine plus de 20 % de la sole céréalière. La baisse des prix d'interventions dans le cadre de la réforme de la PAC rendent le blé encore moins attractif, ce qui devrait encore accentuer son déclin... (AGRESTE, 1998).

A la diversité des années 1950, on peut aujourd'hui opposer une agriculture de plus en plus nettement dominée par deux orientations principales : la vigne qui n'occupe désormais plus que les Collines Sous-vosgiennes (4 600 exploitations) et parmi les céréales : le maïs-grain (4 100 exploitations). Globalement, les spécificités de chacune des petites régions agricoles s'estompent progressivement au profit d'une banalisation des paysages dominés par l'omniprésence du maïs.

1.2.3.1.2. Les successions culturales

L'intensification des pratiques et la spécialisation des exploitations (abandon de l'élevage et des cultures spéciales) se sont accompagnées d'une simplification graduelle des successions culturales puis d'une tendance très nette à la monoculture.

Dans un premier temps, la jachère triennale (année de repos après deux années de céréales) fut remplacée par une culture de légumineuses (luzerne, trèfle) en tête d'assolement. Puis la rotation inclut progressivement des cultures sarclées (pommes de terre, betterave) ou des cultures spéciales (chou à choucroute, tabac, etc.) à la place d'une céréale. Aujourd'hui, à ces rotations diversifiées se sont substituées des successions simplifiées du type maïs-blé-maïs-blé ou plus rarement en Alsace colza-blé-colza-blé et désormais, dans une large partie de l'Alsace (Hardt, Plaine du Rhin, Ried et une partie du Sundgau), les rotations ont tout simplement disparu laissant place à la monoculture irriguée de maïs...

1.2.3.2. L'évolution des itinéraires techniques

L'itinéraire technique (ITK) est l'ensemble des opérations culturales propre à une culture. L'évolution des ITK s'est effectuée parallèlement à la spécialisation. Au regard de notre problématique, nous développerons principalement le désherbage puis de manière plus sommaire d'autres aspects également importants (densité de semis, fumure, etc.).

1.2.3.2.1. Le désherbage

La nuisance des messicoles s'est rapidement révélée aux premiers agriculteurs dès le Néolithique (MONTEGUT, 1993). Les surfaces restreintes rendaient alors possible un désherbage manuel. Les pratiques culturales ont rapidement favorisé un certain nombre d'espèces, certaines particulièrement envahissantes contre lesquels une lutte spécifique s'organisa comme l'atteste l'existence très tôt d'outils comme l'échardonnoir contre le chardon des champs (*Cirsium arvense* L.) et l'essanveuse contre la sanve ou moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.) (MONTEGUT, 1993). Les outils de désherbage se sont continuellement améliorés et la force développée s'est multipliée d'abord avec les outils tirés par traction animale puis par traction mécanique. L'évolution des techniques a ensuite connu une accélération sans précédent dans les années 1970 avec la généralisation des méthodes de désherbage chimique. Les points suivants retracent rapidement l'évolution des techniques de désherbage en vigne et en grandes cultures.

1.2.3.2.1.1. Le désherbage mécanique

Une opération de travail mécanique du sol assure la destruction des « mauvaises herbes », qui selon l'outil employé sont fragmentées, arrachées ou enfouies.

Grandes cultures : manière traditionnelle de lutte contre les adventices jusque vers les années 1950, le désherbage mécanique est aujourd'hui marginal et ne concerne presque plus que les praticiens de l'agriculture biologique. Le labour avait entre autres fonctions de permettre d'enfouir les « mauvaises herbes » et leurs semences à une profondeur suffisante pour qu'elle ne puissent germer et/ou lever. Autrefois superficiels, les labours sont devenus plus profonds et plus efficaces. Au moment du semis, la préparation du sol, qui permet de faire germer les mauvaises herbes (faux-semis), est suivie de hersages et de binages éliminant les adventices aux stades plantules. En post levée, le désherbage mécanique s'effectue en sortie d'hiver (mars-avril) et consiste en différents binages (herse étrille) arrachant les adventices ayant un enracinement plus superficiel que la culture.

Vignes : contrairement à d'autres vignobles où le désherbage chimique s'est généralisé dès les années 1960, le désherbage mécanique est resté majoritaire dans la région jusque dans les années 1970-80. Un certain traditionalisme plus fort qu'ailleurs et la petite taille des exploitations peuvent expliquer le prolongement tardif de cette technique. Bien que le désherbage mécanique connaissent actuellement une certaine recrudescence, il est rare que les vignes soient aujourd'hui uniquement de cette manière. C'est le cas en viticulture biologique (324 ha en Alsace soit 2.2 % des surfaces) en constante progression ces dernières années. L'annexe 4 donne plus de détails sur ces pratiques.

1.2.3.2.1.2. Le désherbage chimique

Dans le cadre de la céréaliculture productiviste développée après la Seconde Guerre Mondiale, seul le désherbage chimique allait résoudre le problème de concurrence des « mauvaises herbes » freinant encore l'inexorable course aux rendements (MONTEGUT, 1993). L'annexe 5 rappelle les grands principes (modes d'actions, sélectivité, classifications) des désherbants chimiques.

Grandes cultures (MONTEGUT,1993) : historiquement, on peut distinguer plusieurs étapes dans la lutte chimique en grandes cultures. Après 1945, l'emploi du 2,4 D a permis de maîtriser les principales dicotylédones. Les « belles messicoles » sensibles (*Centaurea cyanus* L., *Agrostemma githago* L.) ont alors nettement régressé. Des espèces sont apparues comme résistantes : le gaillard gratteron (*Galium aparine* L. subsp. *aparine*), plusieurs véroniques (*Veronica* spp.), les pensées (*Viola tricolor* gr.), etc.. Les graminées ont dès lors proliféré : notamment le vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* L.) et la folle avoine (*Avena fatua* L.). L'industrie phytopharmaceutique a mis alors au point des anti-graminées, d'abord anti-vulpin puis anti-folle avoine. Dès lors, la sous-utilisation des hormones de type 2,4 D entraîna un regain de certaines dicotylédones. Il est alors apparu que les « solutions miracles » pour le contrôle total des « mauvaises herbes » étaient impossibles. Depuis lors, d'autres hormones ont été utilisées de type MCPA ou MCPP et des molécules à effet mixte sur les graminées et sur une partie des dicotylédones en particulier celles citées ci-dessus.

Vignes (SPEICH, com. orale) : dans un premier temps uniquement basée sur des herbicides de contacts (paraquat, diquat, glyphosate), la lutte s'est rapidement intensifiée avec l'application d'herbicides résiduels visant à détruire les vivaces géophytes (*Allium* sp, *Ornithogalum umbellatum* L., *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., etc.).

Aujourd'hui, la lutte chimique se base principalement sur deux stratégies :

- traitements herbicides à pénétration racinaire en pré-levée vers la fin-mars et/ou,
- traitements herbicides de contact (glyphosate, glufosinate, paraquat) en post-levée en deux passages : (1) fin-avril à début mai et (2) fin juin - début juillet.

Le désherbage chimique intégral connaît une certaine régression depuis quelques années. Avec l'adoption de la pratique d'enherbement (cf. Annexe 6), la majorité des viticulteurs alsaciens

pratiquent aujourd'hui un désherbage mixte : chimique sur la seule surface sous le cep et mécanique dans l'inter-rang.

1.2.3.2.2. Autres aspects

L'intensification des pratiques de désherbage n'est qu'un aspect de la modernisation des itinéraires techniques.

D'autres paramètres (irrigation, drainage, amendements, densité de semis) ont considérablement modifié le milieu cultivé ces dernières cinquante années. Les superficies irriguées (53 059 ha en 2000) ont été multipliées par 5 en Alsace depuis 1970 et continuent d'augmenter (+ 60 % entre 1988 et 2000).

Enfin, les densités de semis sont aussi en continuelle progression grâce à des variétés de plus en plus sophistiquées (demandant également une quantité d'intrant plus importante...). Autrefois de l'ordre de 100 à 150 kg/ha (ABOUCAYA *et al.*, 2000), les variétés actuelles se sèment à plus de 200 kg/ha.

1.3. LA FLORE MESSICOLE ALSACIENNE DANS LES ANNEES 90 : ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ANTERIEURES A LA PRESENTE ETUDE

Les 50 espèces qu'on trouvait communément dans les champs cultivés du début du siècle (REDURON, 1981) contraste avec la monotonie de la flore adventice observée aujourd'hui du fait, selon REDURON (1996) de l'emploi massif d'herbicides et du passage à la monoculture du maïs. Dès les années 1970, les messicoles se sont raréfiées en Alsace et de nos jours la plupart des sites à messicoles ont disparu (REDURON, 1996).

Lors de l'enquête nationale de 1999, lancée préalablement à la diffusion du Plan National, le Conservatoire Botanique National de Nancy avait répondu globalement pour l'Alsace, la Lorraine et la Champagne-Ardenne (HOFF, com. pers.). Sur la base d'une compilation rapide de la Flore d'Alsace et sans consultation des botanistes régionaux ni prospections sur le terrain, cette enquête avait révélé que « [...] l'Alsace (11 espèces) préalablement signalée par FILOSA ([1993]) comme hébergeant un intéressant patrimoine messicole semble avoir subi une très forte diminution de celui-ci (perte présumée d'environ la moitié des espèces pour chaque secteur) » (ABOUCAYA *et al.*, 2000).

Cependant, dans la liste rouge des plantes à graines et des fougères d'Alsace (SBA, 2003), établie à partir des bases de données BRUNFELS² et SOPHY³, on trouve 30 messicoles de l'enquête nationale. Déduction faites de 9 espèces présumées disparues, au moins 21 espèces seraient encore présentes dans la région bien que souvent en situation précaire (quelquefois seules 1 ou 2 station(s) persisteraient d'après les données les plus récentes...).

La situation n'est donc pas claire, mais quoiqu'il en soit, il est certain que l'évolution récente de l'agriculture a largement perturbé la flore messicole, aujourd'hui vraisemblablement au bord de l'extinction en Alsace (REDURON, 1996).

Si tout le monde s'accorde sur ce fait (généralisable à toute l'Europe occidentale), aucune étude précise et exhaustive sur les messicoles de l'enquête nationale n'a été menée jusqu'à aujourd'hui en Alsace. La richesse historique de l'Alsace en messicoles (REDURON, 1981 ; FILOSA, 1993), la situation préoccupante de nombreuses espèces (REDURON, 1986, 1990, 1996 ; SBA, 2003) et de manière plus globale le déficit important de connaissances de terrain relevé au niveau national par le « plan messicole » (ABOUCAYA *et al.*, 2000) justifient largement la mise en place d'un tel travail dans la région.

² Base de données rassemblant les informations botaniques régionales tirées principalement des publications scientifiques (revues, thèses, mémoires) et des comptes-rendus de sorties botaniques.

³ La base « SOPHY » rassemble des relevés phytosociologiques sur l'ensemble de la France.

2. PROBLEMATIQUE ET ORIENTATIONS DU TRAVAIL

2.1. PROBLEMATIQUE GENERALE : LA PROTECTION DES PLANTES MESSICOLES

Longtemps, les terres labourées ont constitué un terrain propice à de nombreuses messicoles. Les perturbations propres aux milieux cultivés ont sélectionné il y a quelques milliers d'années un certain nombre d'espèces dont les caractéristiques intrinsèques étaient en adéquation avec les conditions particulières de ce nouveau milieu créé par l'Homme (MAILLET & GODRON, 1993). Ainsi depuis le Proche-Orient et la Méditerranée orientale, de nombreuses thérophytes des milieux pionniers ont suivi les cultures de céréales, introduites par l'Homme jusqu'en Europe occidentale. Pendant des siècles, les techniques de désherbage ne parvenaient pas à compenser la forte dynamique de ces plantes, conduisant à un équilibre entre la flore messicole et la céréale cultivée (JAUZEIN, 2002b).

Depuis 50 ans, l'intensification des pratiques culturales a rompu cet équilibre. De nouvelles contraintes (herbicides, fumures minérales, etc.) exercent désormais une pression sélective différente dans les milieux cultivés. La flore adventice s'en trouve en conséquence fortement modifiée. De nombreuses messicoles archéophytes tendent à disparaître (cf. 1.1.3.), tandis que quelques espèces ayant des caractères adaptés à ces nouvelles perturbations sont favorisées ou peuvent même devenir envahissantes.

Ces changements sont diversement perçus. Le naturaliste s'émeut généralement de la disparition des « belles messicoles » (cf. Annexe 7). Pourtant, la question de la protection divise même parmi les botanistes. Certains n'attribuent pas aux messicoles le rang d'espèces dignes d'être protégées au même titre que les espèces autochtones stables, en raison de leurs statuts d'anciennes plantes introduites et, suivant un raisonnement suivi par certains, que rappelle BARON (1989) : « ce que l'homme a fait, il peut le défaire ».

En réalité, ces plantes n'ont quasiment que des « ennemis ». Les agronomes et malherbologues, dont le métier consiste à trouver des solutions pour éliminer ces espèces et qui connaissent le mieux les messicoles et leur biologie sont, sauf exception, étrangers aux aspects de conservation (BARON, 1989). Pour l'agriculteur, premier concerné par les adventices, le désherbage reste une nécessité. De tout temps, il a dû lutter contre les « mauvaises herbes ». Si le phénomène de disparition des messicoles est récent, la volonté d'éliminer ces plantes ne date pas d'hier. Simplement, comme nous l'avons déjà dit, les possibilités techniques étaient limitées et par ailleurs, le concept de lutte systématique n'avait aucun sens puisque des rendements économiquement viables étaient autrefois compatibles avec l'existence dans les champs de nombreuses messicoles. Ainsi les agriculteurs ont longtemps eu – volontairement ou non – des pratiques culturales qui ont été favorables à certaines espèces, ce qui fait de l'agriculteur, comme le rappelle MONTEGUT (1993), le dépositaire des messicoles, « comme s'il les avait créées et façonnées ».

Aujourd'hui, le système d'agriculture intensive et le contexte économique (course au rendement) permet difficilement à ces mêmes agriculteurs de tolérer les « mauvaises herbes » : « au prix actuel du blé, au prix que le consommateur veut bien mettre à la sortie du supermarché, je ne peux pas faire du blé avec des bleuets et des coquelicots » déclarait M. STEIB, ancien Président de la Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin (HOSY, 1995).

Dans ce contexte, la protection des messicoles reste un sujet extrêmement délicat. Pourtant, la préservation du patrimoine exceptionnel que représentent les plantes messicoles entre tout à fait dans la notion de développement durable dont on parle tant aujourd'hui. Reste il est vrai un paradoxe évident pour l'agriculteur. Pourquoi devrait-il participer aujourd'hui à la protection d'espèces qui de tout temps ont été considérées par ses ancêtres comme « mauvaises » et/ou « nuisibles » aux rendements et qui pour certaines, ont même une réputation d'espèces toxiques comme l'ivraie (*Lolium temulentum* L.) ou la nielle des blés (*Agrostemma githago* L.) ?

Des réponses ont été formulées (cf. *supra*, 1.1.4.), mais il ne nous appartient pas ici de les développer davantage. A un niveau plus pragmatique notre travail doit contribuer à répondre à la question : **comment peut-on aujourd'hui protéger au mieux cette flore en Alsace ?**

2.2. ORIENTATIONS ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Plusieurs préalables sont nécessaires avant d'aborder la question de la conservation du patrimoine messicole alsacien. Avant de proposer toutes mesures concrètes de protection, il convient en effet d'avoir d'une part, une connaissance fine du statut et de la répartition de ces espèces dans la région (sous-objectif 1) et, d'autre part de tenter de mieux comprendre les raisons de la disparition de ces espèces, notamment si des particularismes alsaciens existent (sous-objectif 2).

Partant, les orientations de l'étude sont multiples et se situent à différents niveaux.

(1) Diagnostic / Etat des lieux :

A un premier niveau, une phase de diagnostic devra aboutir à un état des lieux de la flore messicole en Alsace.

Il s'agit d'actualiser les connaissances sur le statut et la répartition des espèces messicoles en Alsace pour lesquels les données sont souvent fragmentaires voir inexistantes depuis des décennies (cf. *supra et* MONTEGUT (1993)).

Les résultats attendus sont multiples :

- évaluation de la menace pesant sur chaque espèce ;
- comparaison de la situation alsacienne avec le niveau national, voire avec le niveau régional voisin (Pays de Bade et Palatinat en Allemagne, Suisse, Franche-Comté, Lorraine).

(2) Analyse de l'évolution et des capacités de maintien de la flore messicole:

Si les causes générales du déclin sont bien connues (ABOUCAÏA *et al.*, 2000 ; JAUZEIN, 2002b), l'objectif est ici d'identifier des causes supplémentaires qui pourraient éventuellement exister en Alsace.

De plus, il reste souvent difficile d'expliquer pourquoi telle espèce se maintient mieux qu'une autre. Une orientation est donc, à l'instar des travaux pionniers de MAILLET & GODRON (1993), de dégager un ensemble de caractéristiques intrinsèques aux espèces, défavorables ou favorables à leur maintien dans les conditions actuelles des agrosystèmes alsaciens.

In fine, avec l'analyse des pratiques culturelles et des conditions naturelles pouvant également influencer, ce travail doit aboutir à une meilleure estimation des capacités (point de vue de l'espèce) et des possibilités (point de vue du milieu) de maintien et/ou d'expansion des espèces messicoles en Alsace.

(3) Propositions de mesures conservatoires :

Au terme du travail et en guise de perspectives, les résultats seront utilisés pour énoncer des propositions de mesures conservatoires.

Une attention particulière sera portée aux taxons les plus menacés pour lesquels un programme de conservation rapide devra être mis en place.

2.3. HYPOTHESES DE TRAVAIL

Cette étude doit donc apporter une réponse aux questions suivantes, reformulations des principales orientations définies précédemment : (1) quelle est précisément l'état de la régression de la flore messicole en Alsace ? (2) quelles explications peut-on donner quant à l'évolution de cette flore ? et (3) quelles sont les mesures de gestion conservatoire les plus à même d'assurer le maintien des populations encore existantes ? Plusieurs hypothèses de travail peuvent être formulées sous chacune de ces questions :

(1) concernant l'état de la régression de la flore messicole en Alsace :

- Observe-t-on des différences significatives de comportement dans l'évolution des espèces (régression, maintien ou progression) ? Autrement dit, existe-t-il différentes catégories de taxons plus ou moins menacées ?
- Les espèces menacées sont-elles les mêmes en Alsace qu'au niveau régional voisin et au niveau national ?

- Existe-t-il des différences significatives de régression selon les cultures et les pratiques culturales, autrement dit, existe-t-il des « cultures refuges » pour certaines espèces ?
- Existe-t-il encore des sites (localités, communes ou petites régions agricoles) présentant une flore messicole « riche » en Alsace (par exemple avec plusieurs espèces de niveau 1 = taxons en forte régression sur le territoire national) ?

(2) concernant les explications de l'évolution de la flore messicole :

- Les différences de comportement (régression, maintien ou expansion) si elles existent, peuvent-elles être reliées à des facteurs « bionomiques » (MAILLET & GODRON, 1993), c'est-à-dire à un ensemble de caractéristiques écologiques, biologiques et/ou chromosomiques particulières à chaque taxon ? Autrement dit :
 - Existe-t-il des caractéristiques qui apparaissent de façon significative comme défavorables ou favorables au maintien des messicoles dans les cultures céréalières ou les vignes ?
 - Peut-on déceler des types « bionomiques » (regroupant plusieurs caractères) défavorisés ou au contraire avantagés ?
- Quels sont les facteurs majeurs expliquant le maintien des messicoles en certains points ? Autrement dit, pourquoi trouve-t-on encore des messicoles çà et là alors qu'elles ont disparu de vastes étendues ?
 - Est-ce que ce sont les facteurs abiotiques des stations : existence de conditions naturelles particulières (principalement édaphiques et climatiques) sur le site ?
 - Est-ce que ce sont des facteurs liés aux pratiques culturales : existence de techniques agricoles plus ou moins traditionnelles perdurant sur certains sites ?
- Les causes principales du déclin sont-elles les mêmes en Alsace qu'au niveau national ? Peut-on identifier des causes plus particulières en Alsace ?

(3) concernant les propositions de mesures conservatoires :

- Est-ce qu'il est possible en Alsace, d'appliquer des dispositifs de protection et/ou des mesures d'orientations des pratiques agricoles pour la sauvegarde des plantes messicoles ?
 - Quel type d'actions doit-on mener en priorité au vu de la situation des messicoles en Alsace dégagée par les deux points précédents ?
 - Les mesures réglementaires peuvent-elles s'appliquer efficacement pour les espèces protégées par la loi ?
 - Peut-on envisager des actions de conservation *ex situ* ?
 - Peut-on envisager des actions de conservation *in situ* ?

3. METHODOLOGIE

3.1. CADRE DE L'ETUDE

D'un point de vue taxonomique, le présent travail sur les plantes messicoles concerne un nombre limité d'espèces. Outre les espèces retenues par le Plan National d'Action pour la Conservation des Plantes Messicoles (cf. Annexe 2) présentes au moins historiquement en Alsace (soit 69 taxons sur 101), nous avons ajouté l'ensemble des espèces messicoles et/ou adventices présentes sur la Liste Rouge d'Alsace (SBA, 2003) afin de tenir compte au mieux des spécificités locales (soit 21 taxons supplémentaires). Enfin, la liste finale a été étendue à quelques messicoles rares appartenant au même genre que des espèces de la liste initiale : *Aphanes australis* Rydb. et *Nigella damascena* L. L'annexe 8 donne la liste complète des taxons retenus dans notre étude (soit 92 taxons).

Au niveau des milieux, nous n'avons pas fixé de limite précise, étudiant l'ensemble des espaces pouvant potentiellement accueillir les taxons étudiés : cultures de céréales bien sûr, mais aussi vignoble, et dans une moindre mesure : cultures sarclées (maïs, tabac, betterave) dont les bordures peuvent accueillir des messicoles (après un précédant blé par exemple) et espaces naturels ouverts (pelouses rocailleuses arides, pelouses sablonneuses, etc.).

D'un point de vue géographique, l'étude porte sur tout le territoire administratif de l'Alsace.

3.2. CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES « MESSICOLES »

La phase de diagnostic et son double objectif d'appréciation de l'évolution du statut et de la répartition des espèces exigent des points de référence dans le passé et une couverture du territoire souvent difficiles à réunir ou manquant de précision (BARON, 1989).

Afin d'obtenir une quantification la plus précise possible, plusieurs sources de données historiques, couvrant différentes périodes et différentes régions, ont été saisies.

3.2.1. Présentation des sources de données

3.2.1.1. Les manuscrits de botanistes

➤ Manuscrit Emile WALTER (n.d., [1950]) :

Le manuscrit préparatoire à la Flore d'Alsace (ISSLER *et al.*, 1965) du botaniste Emile WALTER (1873-1953) a fourni 1126 données sur 90 espèces. Ces données, qui sont issues des observations propres de Emile WALTER et de diverses autres sources (KIRSCHLEGER, ISSLER, GODRON, SCHULTZ, etc.), couvrent une période allant de 1800 à 1952 et un ensemble géographique comprenant l'Alsace et les territoires limitrophes (Lorraine, Territoire de Belfort, Pays de Bade, Palatinat, Canton de Bâle).

➤ Manuscrit Emile LOYSON (n.d., [1940]) & Catalogue LOYSON & KAPP (n.d., [1940]):

L'analyse du manuscrit du chanoine Emile LOYSON (1859-1941), uniquement constitué de données originales, a permis la saisie de 259 données sur 31 espèces. Ce document couvre la fin du XIX^{ème} siècle et surtout le début du XX^{ème} siècle de 1886 à 1940. Les données ne concernent que le département du Bas-Rhin (67) et plus précisément la région des collines calcaires de Molsheim, la vallée de la Bruche et le val de Villé.

Le catalogue de l'herbier réalisé par Emile LOYSON et Edouard KAPP a permis l'enregistrement de 77 données supplémentaires sur 48 espèces. Celles-ci, se répartissent sur un territoire plus vaste comprenant le Haut-Rhin (Zillisheim) et divers points du Kochersberg.

➤ Manuscrit Vincent RASTETTER (1995) :

Pour le Haut-Rhin (68), 275 données originales sur 60 espèces ont été extraites du très riche manuscrit réalisé par Vincent RASTETTER (1922-1995), botaniste s'intéressant particulièrement aux adventices (RASTETTER, 1982). Ces données concernent surtout les années 1950-1960 et couvrent plus ou moins précisément la période de 1944 à 1982.

➤ Travaux cartographiques de REDURON, JACOB, RASTETTER & TURLLOT (vers 1982) :
63 données sur une vingtaine de taxons, localisées avec précision sur des cartes IGN 1/50 000^{ème}, ont été saisies à partir des travaux sur les espèces menacées réalisés par REDURON *et al.* (1982).

3.2.1.2. L'Herbier d'Alsace de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR)

L'Herbier constitue la source de données historiques la plus importante tant d'un point de vue quantitatif (nombre de données, couverture du territoire et du temps) que qualitatif (précisions des données : milieu, type de sol, date précise, etc.).

1217 données sur l'ensemble des espèces, parfois redondantes avec le manuscrit d'Emile WALTER (n.d., [1950]), ont été saisies. Elles couvrent toute l'Alsace et une période s'étalant de 1808 à nos jours (1996).

3.2.1.3. La base de données « BRUNFELS » de la Société Botanique d'Alsace

La base « BRUNFELS » rassemble des données botaniques régionales tirées principalement des publications scientifiques : thèses, mémoires, revues mais aussi l'ensemble des citations précises contenues dans les deux éditions de la Flore d'Alsace (ISSLER *et al.*, 1965, 1982), des observations des membres et des comptes-rendus de sorties botaniques.

Partant, les informations de cette base concernent une très vaste période couvrant les deux derniers siècles, de 1798 à 2003. La densité des données n'est pas identique pour toutes les périodes comme l'illustrent les données récentes beaucoup plus détaillées (nombre et précision des informations).

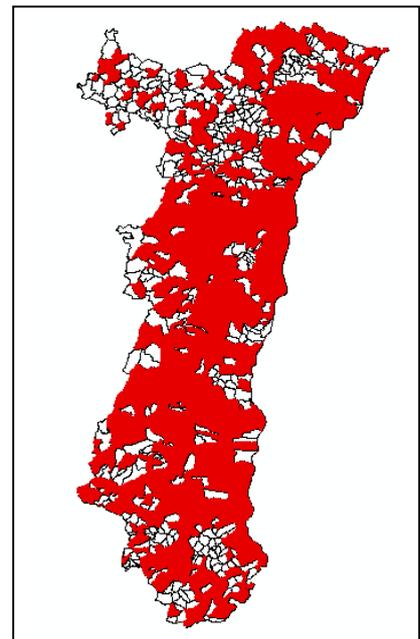
3433 données sur l'ensemble des espèces de l'étude ont été extraites (nombres considérables à relativiser avec les 1036 données ne concernant que le seul taxon *Galium aparine* L. subsp. *aparine* !).

3.2.2. Compilation des données

Ces différentes sources d'informations hétérogènes ont été compilées et centralisées dans une base de données unique regroupant 6 523 données sur les 92 taxons. La couverture du territoire est globalement satisfaisante (500 communes sur 903) mais cependant plus faible dans certains secteurs : Sundgau, Alsace Bossue, Pays de Hanau, Outre-Forêt (cf. Figure 4).

La saisie de documents de diverses natures, concernant différents zonages : informations globales sur toute l'Alsace (WALTER, n.d. [1950]), manuscrits concernant de manière plus précise des zones plus restreintes (LOYSON, n.d. [1940], RASTETTER (1995)) et, réalisés à différentes époques permet d'avoir une assez bonne idée de l'évolution générale de la flore messicole.

Figure 4 : Représentation du territoire couvert par les données saisies



Pour chacune des espèces de l'étude nous avons relevé dans la littérature :

- la date de l'observation : jour, mois, année ;
- le lieu de l'observation : seules les données comprenant au minimum une information sur le département ont été intégrées dans la base. La majorité des données permet au minimum de rattacher une observation à une commune (91 %) et un nombre non négligeable à une localité plus précise (lieu-dit, coordonnées) : 42 % ;

- l'habitat : nous avons en particulier noté lorsque l'information existe, si l'espèce a été observée dans une culture, en bordure ou dans un « milieu naturel » ;
- le type de sol : toute indication concernant la texture et/ou la réaction du sol ;
- le statut et l'abondance lorsque ceux-ci sont précisés.

3.3. PROSPECTIONS DE TERRAIN

Sur la base de ces données, des prospections de terrain ont été menées dans un second temps. Cette étude de terrain vise à fournir un état des lieux récent et actualisé de la flore messicole alsacienne. Plusieurs objectifs demandant une organisation des prospections différentes en sont toutefois étroitement dépendant :

(1) la précision du statut actuel des espèces qui demande la stricte visite des sites donnés dans la littérature ;

(2) la réalisation de cartes de répartitions actualisées pour chacune des espèces, qui en plus des sites donnés dans la littérature demande de prospecter l'ensemble du territoire alsacien.

Le déroulement général des prospections tient donc compte de ces deux volets.

3.3.1. Règle de priorité et organisation générale des prospections.

3.3.1.1. Prospections dans les zones citées dans la littérature.

Comme il se révèle impossible par nos prospections (limitées dans le temps) de couvrir l'ensemble des données de la littérature, nous avons défini une règle de priorité dans la visite des sites tenant compte du statut connu des espèces. Il est évident que les prospections systématiques de l'ensemble des stations encore récemment connues réalisées pour les espèces rares ou devenues telles (*Agrostemma githago* L.) ne peuvent pas s'appliquer pour des espèces encore communes (*Papaver rhoeas* L., *Alopecurus myosuroides* L.).

Les espèces comptant aujourd'hui (= après 1990) moins de 25 localités connues en Alsace (soit environ 2,5 % des communes de la région) d'après la base de données « MESSICOLES », ont bénéficié d'une prospection systématique. Cela permet d'englober l'ensemble des espèces les plus rares dont celles de la Liste Rouge d'Alsace définies notamment sur ce principe (SBA, 2003).

Une première analyse des données compilées a ainsi permis de retenir 87 espèces comptant moins de 25 localités après 1990. Il s'avère que certaines espèces considérées « à dire d'expert » comme encore communes figurent dans cette sélection, moins par leur rareté que par leur faible prise en compte par les botanistes et cela de tout temps.

Pour les éliminer, un premier calcul du taux de régression des espèces a été effectué à partir des données précédemment compilées (cf. 3.1.).

N.B. : Nous avons défini le taux de régression en 1990 comme le rapport :

$$\frac{(\text{nombre de localités citées avant 1990}) - (\text{nombre de localités citées après 1990})}{(\text{nombre de localités citées avant 1990})}$$

Seules les espèces ayant un taux de régression supérieur à 60 % sont retenues (74 espèces). Parmi celles-ci, priorité sera donnée aux espèces encore citées récemment (soit 48 espèces) ayant une plus grande chance d'être retrouvées que les espèces non revues depuis 1990 (soit 25 espèces).

Ordre de priorité des sites prospectés :

- Pour les espèces rares et/ou en forte régression (moins de 25 localités et taux de régression supérieure à 60 %) : visite prioritaire dans les sites où l'espèce a encore été trouvée récemment (après 1990). Puis visite des différents sites dans l'ordre chronologique inverse.

- Pour les espèces se maintenant (taux de régression faible) voire en progression, les sites où l'espèce a été vue pour la dernière fois après 1990 sont considérées comme présentant toujours l'espèce, par conséquent : visite prioritaire des sites où l'espèce n'est plus mentionnée depuis 1990. Puis visite dans l'ordre chronologique inverse.

3.3.1.2. Prospections complémentaires dans les zones sous prospectées.

La saisie des données historiques (manuscrits) et plus récentes (base BRUNFELS) fait très clairement apparaître un déficit de données dans certaines régions agricoles (Alsace Bossue, certains secteurs du Sundgau, certaines vallées, etc.). Afin de combler ce déficit de prospections, nous avons complété les prospections effectuées d'après les données de la littérature, par des prospections complémentaires dans ces zones, afin de rééquilibrer l'effort de suivi sur l'ensemble du territoire alsacien.

3.3.2. Paramètres relevés

Dans chaque site visité (regroupant souvent plusieurs dizaines de parcelles), outre les espèces figurant dans notre étude, nous avons relevé les paramètres suivants :

- localisation : département, commune, lieu-dit, coordonnées (en grades) ;
- habitat : type de culture et, hors contexte « moissons » : talus, pelouses, etc. ;
- type de sol : texture grossière (sable, limon, argile et intermédiaires) et réaction du sol (acide, basique) ;
- abondance dans la parcelle ; note de 1 à 5, inspirée des travaux de MAILLET (1983) :

1 : 1 individu/m ²	4 : 21 à 50 individus/m ²
2 : 1 ou 2 individus/m ²	5 : > 50 individus/m ²
3 : 3 à 20 individus/m ²	

- répartition spatiale dans la parcelle : en bordure, disséminé ou envahissant toute la parcelle ;
- pratiques agronomiques lorsque celles-ci sont visibles (densité de semis faible ou élevée par exemple).

NB : la note d'abondance n'est pas une note d'abondance moyenne dans la parcelle ; autrement dit, elle est indépendante de la répartition spatiale. En ne procédant pas de la sorte, comme les messicoles sont le plus souvent observées en bordures, nous aurions à chaque fois obtenu des notes faibles (1 ou 2) ne permettant pas de distinguer les différents taxons. Ainsi dans une parcelle abondamment bordée de bleuets (par exemple entre 3 et 20 pieds au m² en bordure), on attribuera à *Centaurea cyanus* L. une note d'abondance par exemple de 3 en précisant qu'elle n'est présente qu'en bordure.

➤ Cas particulier de la vigne.

Outre les notations habituelles, nous avons noté pour chaque parcelle de vigne prospectée :

- les pratiques de désherbage : mécanique, chimique ou mixte (mécanique dans l'interligne et chimique sous le cavaillon) ;
- la présence ou non d'un enherbement artificiel ou naturel maîtrisé (ENM) ;
- la répartition des espèces dans la parcelle (il existe différentes répartitions spatiales pour les espèces adventices des parcelles de vignes (GUILLERM, n.d.). Celles-ci peuvent être localisées en bordure, uniquement sous le cavaillon, par bouquets disséminés ou bien dans l'inter-rang).

3.4. TRAITEMENT DES DONNEES

3.4.1. Analyse de l'évolution du statut et de la fréquence actuelle

Plusieurs calculs, à partir des données bibliographiques et des données relevées sur le terrain, doivent permettre d'approcher le statut actuel des taxons étudiés.

3.4.1.1. Calcul du taux de régression

Afin d'avoir une idée de la régression (ou de l'extension) plus ou moins importante des différentes espèces, nous avons calculé un indice sur la base d'un rapport entre localités anciennes (en nous basant sur le nombre de localités précises données dans la littérature) et plus récentes (d'après la littérature récente et nos prospections).

Nous appellerons cet indice « taux de régression » (bien que l'évolution de quelques taxons soit positive).

Du fait de la précision variable des données (plusieurs lieu-dit pour certaines communes, aucun pour d'autres) et notamment de la difficulté de rattacher nos observations à des données anciennes souvent imprécises, nous avons retenu l'échelle de la commune comme unité de base.

En conséquence, le taux de régression (r) a été calculé comme suit :

$$r = (a-b) / a$$

avec a : nombre de communes où le taxon était présent avant 1990 ;

b : nombre de communes où le taxon est présent après 1990.

➤ Cas des espèces autrefois très communes : pour ces espèces, qui abondaient souvent sur tout le territoire, la littérature ancienne est loin d'être très exhaustive, rendant difficile toute évaluation de la régression.

✓ Pour les espèces devenues rares (ex : *Agrostemma githago* L.), ce calcul donne *a priori* un taux de régression *a minima* (plus faible que la réalité). Pour tenir compte au mieux de ce défaut, nous avons consulté plusieurs flores régionales : la Flore Voségo-rhénane (KIRSCHLEGER, 1870) et les deux éditions de la Flore d'Alsace (ISSLER *et al.*, 1965, 1982) afin de mieux connaître le statut ancien des espèces. Ainsi, le taux de régression des espèces autrefois communes est complété par le symbole « > » pour indiquer que le taux réel est vraisemblablement supérieur.

✓ Pour les espèces encore plus ou moins fréquentes aujourd'hui, les sources de données révèlent leurs limites. Du fait de leur banalité, ces espèces ont rarement été systématiquement relevées par les botanistes, même de nos jours. Nos observations contribuent souvent pour plus de 60 % à 80 % des données. Les taux de régression sont alors loin d'être significatifs et nous avons préféré ne pas les mentionner (symbolisés par n.s., comme non significatif dans les tableaux de résultats). Néanmoins, vu le nombre important de communes où ces taxons ont été retrouvés (souvent dans quasiment toutes les communes prospectées : *Papaver rhoeas* L.), on peut estimer qu'ils se maintiennent plus ou moins avec des taux de régression compris entre -25 % et + 25 %.

3.4.1.2. Calcul de la fréquence relative

Le statut de l'espèce est précisé par le calcul de la fréquence d'observation des différentes espèces à partir des données collectées au printemps et à l'été 2004. La fréquence (F) de l'espèce i est donnée par :

$$F(i) = n(i) / N$$

Avec n(i) : nombre de parcelles où l'espèce i est présente

N : nombre total de parcelles prospectées.

NB : il est évident que les fréquences ainsi calculées sont surestimées puisque suivant la méthode de prospection définie (cf. 3.3.), nous avons préférentiellement prospecté des secteurs

susceptibles d'abriter des taxons de l'enquête. Si elles ne sont pas représentatives de la réalité de l'ensemble des champs cultivés en Alsace (i.d. ce ne sont pas des fréquences absolues), ce calcul donne toutefois une bonne indication de la fréquence relative des espèces et contribuera à mieux cerner quelles sont les espèces les plus menacées, ce qui reste l'un des principaux objectifs ici visés.

3.4.1.3. Calcul de l'abondance moyenne

L'abondance moyenne (A_M) des espèces permet de préciser le statut dégagé par les calculs des taux de régression et de la fréquence relative des taxons.

En effet, deux espèces de fréquences à peu près identiques peuvent être plus ou moins menacées, l'une pouvant être à chaque observation envahissante, l'autre ne présentant au plus que quelques pieds.

L'abondance moyenne (A_M) de l'espèce i est donnée par :

$A_M(i) : \sum_{j=1}^{n(i)} A(i)_j / n(i)$, avec :

$A(i)_j$: note d'abondance de l'espèce i dans la parcelle j

$n(i)$: nombre de parcelles prospectées comprenant l'espèce i

3.4.2. Analyses descriptives

Afin de mieux comprendre le phénomène de régression d'un grand nombre de messicoles, notamment la disparition très rapide de certains taxons alors que d'autres se maintiennent mieux, nous avons étudié quelques traits biologiques, écologiques et génétiques des espèces messicoles de notre étude.

Pour chaque espèce de la liste, nous avons recherché dans la littérature (JAUZEIN, 1995 ; MONTEGUT, 1993) l'ensemble des caractéristiques biologiques, biogéographiques, écologiques et chromosomiques retenues dans le travail de MAILLET & GODRON (1993) auquel nous avons ajouté d'autres traits suivant des hypothèses explicatrices de la régression trouvée dans la littérature (MONTEGUT, 1993 ; MEERTS, 1993) :

- Caractères biologiques :
 - type biologique (typ) ;
 - époque de floraison (flo) ;
 - longévité des graines dans le sol (lon) ;
 - taille (t) (MONTEGUT, 1993).
- Caractère chromosomique :
 - niveau de ploïdie (plo).
- Caractères écologiques :
 - amplitude d'habitat (hab) ;
 - origine allochtone ou autochtone (ori) ;
 - préférence plus ou moins stricte par rapport à la réaction du sol (MEERTS, 1988, 1993) ;
 - préférence plus ou moins stricte par rapport à la richesse du sol (MEERTS, 1993).

Pour certains caractères variables selon les régions (amplitude d'habitat, origine biogéographique, etc.) *a priori* différent en Alsace d'autres régions, la recherche bibliographique a été précisée par les observations de terrains et la bibliographie régionale (KIRSCHLEGER, 1870 ; ISSLER *et al.*, 1965, 1982). Chaque caractéristique a été divisée en plusieurs modalités (cf. Annexe 9).

Les données ont été dans un premier temps analysées à l'aide de tableaux de contingence entre les différentes classes des caractères précités et le caractère « plante menacée en forte régression ou non » (test du χ^2).

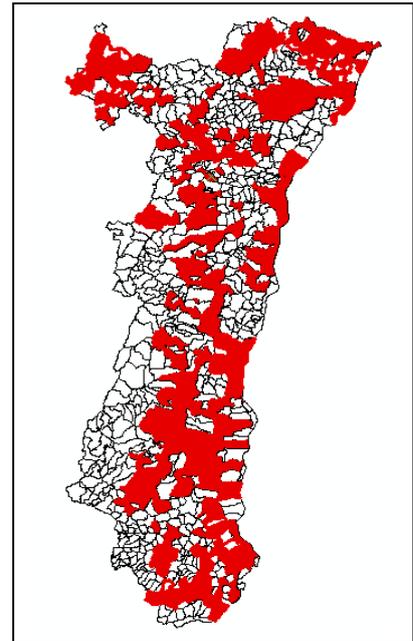
Dans un second temps une AFC a été réalisée afin de mesurer les corrélations entre les différentes classes de caractéristiques.

4. RESULTATS & DISCUSSION

De début mars à fin juillet 2004, 2 443 observations (une observation = une espèce dans une parcelle) ont été effectuées, 1523 parcelles de vignes et 850 parcelles de champs cultivés ont été prospectées dans 291 communes (cf. Figure 5) à la recherche des 92 taxons étudiés.

Les résultats confirment à l'échelle régionale, ce qui ressort de l'enquête nationale de 1999 (ABOUCAÏA *et al.*, 2000) à savoir : une régression générale des messicoles. Cette régression se manifeste de plusieurs manières suivant les taxons (4.1.), les cultures hôtes (4.2.) et les régions agricoles (4.3.).

Figure 5 : Territoire couvert par les prospections de 2004.



4.1. PAR TAXON (mise en évidence des espèces les plus menacées et des caractéristiques « bionomiques » associées).

4.1.1. Statut des messicoles en Alsace.

4.1.1.1. Taux de régression et fréquence.

Le taux de régression moyen (avant et après 1990) pour les 92 taxons est d'environ 81 % ; la fréquence moyenne est d'environ 4 %.

Cette chute globale des populations de messicoles cache une réalité plus diverse et plus complexe où certaines espèces se maintiennent mieux que d'autres. Nous avons dans un premier temps distingué quatre classes préliminaires de taxons en fonction du taux de régression, de la fréquence relative dans les parcelles cultivées et du nombre de localités encore connues (indépendamment du maintien dans les parcelles cultivées).

Les annexes 10 à 13 donnent les résultats bruts. L'annexe 10 montre l'évolution du statut de chaque taxon, en donnant le taux de régression, le nombre de communes avant et après 1990, accompagné de son statut vraisemblable au XIX^{ème} siècle (d'après KIRSCHLEGER, 1870) et dans les premiers trois quarts du XX^{ème} (d'après ISSLER *et al.*, 1965, 1982). Les annexes 11 et 12 donnent les fréquences relatives des taxons de l'enquête, d'après les observations de terrains en 2004 dans les champs (annexe 11) et dans les vignes (annexe 12). L'annexe 13 dresse un tableau récapitulatif de la situation en donnant les taux de régression et fréquence relative des 92 taxons.

(1) Taxons disparus : 25 taxons sur 92 (27 %) ont disparu avant 1990 comme le montre le tableau 1, p. 30. Ces espèces ont toujours été relativement rares dans la région (Annexe 10) ; ce sont souvent des espèces en limites d'aire en Alsace avec des populations fragmentées (cf. Atlas écologique et floristique, FRIED, 2004, à paraître).

On note la disparition précoce de quelques taxons avant 1950. Dans son ensemble, cette catégorie contient une forte proportion d'espèces calcicoles (environ 60 % des espèces disparues), d'espèces oligotrophes (28%) ainsi que quelques néophytes (20%) certainement jamais véritablement naturalisées dans la région.

Certaines espèces méconnues (*Anthemis cotula* L.) ou discrètes (*Androsace maxima* L.) pourraient cependant toujours se maintenir çà et là, bien qu'elles n'aient pas été retrouvées lors de prospections spécifiques visant cet objectif.

Tableau 1 : Taxons disparus avant 1990, par ordre chronologique de disparition.
Légende : N : Néophytes ; C : Calcicoles ; (O) : Oligotrophes ; T (année de disparition).

Taxons	T	Taxons	T
<i>Camelina alyssum</i> (Mill.) Thell.	1900	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert (N;C)	1964
<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	1901	<i>Papaver hybridum</i> L. (C ;O)	1967
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre (C)	1905	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	1973
<i>Cnicus benedictus</i> L. (N)	1908	<i>Bupleurum rotundifolium</i> L. (C)	1976
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson et Germ. (O)	1940	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm. (C ;O)	1976
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC. (N ;C)	1950	<i>Adonis flammea</i> Jacq. (C ;O)	1980
<i>Spergularia segetalis</i> (L.) Don fil (O)	1950	<i>Anthemis cotula</i> L.	1980
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv. (C)	1953	<i>Euphorbia falcata</i> L. (C)	1983
<i>Lolium temulentum</i> L.	1959	<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm (C)	1983
<i>Bifora radians</i> M. Bieb. (N ; C)		<i>Androsace maxima</i> L. (C)	1987
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort (C ;O)	1962	<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753] (C ;O)	1989
<i>Myagrum perfoliatum</i> L. (N;C)	1962	<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1957
<i>Polycnemum arvense</i> L.	1962		

(2) Taxons en forte régression (> 75 %) et/ou très rares (de fréquence inférieure à 1 %) : 30 taxons ont disparu de plus des trois quarts des communes où ils étaient autrefois cités (Annexe 13). Cette estimation est très certainement sous-évaluée car ces taxons ne sont actuellement connus que dans moins de 10 communes, et pour plus de la moitié d'entre eux, ne subsistent plus que dans une ou deux communes (cf. Annexe 10 et 13). Parmi les plus connus, citons :

Agrostemma githago L. (4 communes) ;
Arnosaris minima (L.) Schweigger & Koerte (1 commune) ;

Bunium bulbocastanum L. (1 commune) ;
Camelina sativa (L.) Crantz (2 communes) ;
Nigella arvensis L. (1 commune) ;
Valerianella dentata (L.) Pollich (2 communes).

(2a) Taxons non revus en 2004 :

Certaines espèces sont devenues particulièrement rarissimes au point que des prospections spécifiques visant à les retrouver n'ont pas abouti. Au total plus d'un tiers des espèces n'ont pas été retrouvées en 2004 (35 taxons sur 92, soit 37 %). Outre les 25 taxons vraisemblablement disparus depuis longtemps (tableau 1), ce sont 10 taxons supplémentaires (donnés dans le tableau 2), rarement observés dans les années 1990, qui s'ajoutent à la liste des espèces présumées disparues ou devenues très instables (n'apparaissant plus toutes les années). Deux hypothèses restent en effet possibles : soit ces espèces sont tellement peu répandues et fugaces que des prospections à l'échelle d'une année n'ont pu les mettre en évidence (cf. nombre de stations connues dans les années 1990), soit elles ont effectivement disparu.

Tableau 2 : Taxons non revus en 2004.

Taxons cités après 1990 ; non revus en 2004	Localités connues après 1990	Date de la dernière observation	Statut
<i>Asperula arvensis</i> L.	1	1997	1
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.	1	1996	1
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>spurium</i>	1	2001	1
<i>Nigella arvensis</i> L.	1	1995	1
<i>Nigella damascena</i> L.	2	1996	néant
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	2	1998	1
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	1	1994	3
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	2	1996	1
<i>Veronica acinifolia</i> L.	2	2002	LRA
<i>Veronica opaca</i> Fries	1	1998	LRA

(2b) Taxons se maintenant avec des fréquences très faibles : un peu plus de 25 taxons sont devenus très rares et se maintiennent avec une fréquence inférieure à 1 % dans les parcelles cultivées (Annexe 11 et 12).

Outre les espèces en forte régression, cette catégorie contient aussi certaines espèces qui sans connaître une régression très marquée (inférieure à 75 %) sont menacées de fait par leur rareté (parfois de tout temps) : *Ornithogalum nutans* L. (5 stations dont 1 seule en milieu cultivé), *Allium rotundum* L. subsp. *rotundum* (5 stations dont 3 parcelles de vignes), *Consolida ajacis* (L.) Schur. (1 station connue en tant que messicole), etc.

(3) Taxons en régression marquée (entre 33 % et 75 %) et/ou de fréquence assez faible (entre 1 et 5 %) : une vingtaine d'espèces est en régression accusée (disparition d'environ un tiers à plus de deux tiers des sites autrefois connus), mais semblent cependant moins menacées à court terme que les espèces de la catégorie précédente (Annexe 13). Il s'agit souvent d'espèces autrefois très communes. Cela peut expliquer qu'elles se maintiennent un peu mieux, avec des fréquences variant entre 1 et 5 % : *Anchusa arvensis* M. Bieb (4.5 %), *Anthemis arvensis* L. (2.8 %), et dans une moindre mesure : *Valerianella rimosa* Bast. (1.4 %), *Lathyrus hirsutus* L. (1.3 %), *Ranunculus arvensis* L. (1.2%), etc. Elles sont présentes encore pour la plupart dans plus d'une vingtaine de communes : *Consolida regalis* S.F. Gray (24 communes), *Myosurus minimus* L. (19 communes), *Ranunculus arvensis* L. (17 communes), etc..

Dans le vignoble, citons *Tulipa sylvestris* L. (4.4 % ; 36 communes), disparue d'environ un tiers des communes mais dont les populations sont cependant encore assez nombreuses par endroit, tout comme *Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet, plus disséminée mais présente dans un plus grand nombre de communes (3,5 % ; 64 communes).

(4) Taxons en faible régression (< 33 %), se maintenant, voir en progression et/ou présents dans plus de 50 communes : une quinzaine d'espèces a un taux de régression plus faible, inférieur à 20 % (Annexe 13) : *Aphanes arvensis* L., *Thlaspi arvense* L., voir vraisemblablement autour de zéro pour certaines espèces encore fréquentes pour lesquelles aucun taux n'a pu être calculé (cf. 3.4.1.1.) : *Papaver rhoeas* L., *Galium aparine* L. subsp. *aparine*, etc. Parmi celles-ci, moins de 10 espèces sont encore bien représentées dans les milieux cultivés (avec une fréquence supérieure à 10 %) :

<i>Alopecurus myosuroides</i> L.	<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	<i>Papaver rhoeas</i> L.
<i>Avena fatua</i> L.	<i>Thlaspi arvense</i> L..
	<i>Viola tricolor</i> gr.

Une seule espèce semble significativement en progression. Il s'agit de *Calepina irregularis* (Asso.) Thell., une espèce néophyte en Alsace, vraisemblablement en déclin dans certaines régions (classé en niveau 2 dans le Plan National), qui est actuellement en expansion dans le vignoble (présence découverte dans 5 nouvelles communes en 2004) et même localement envahissante (Westhalten, Bennwihr-Sigolsheim) (cf. *infra* Vignes et Atlas (FRIED, 2004, à paraître).

La seule présence ne peut cependant suffire à estimer l'état de lieux de la flore messicole en Alsace. Fréquence et régression confondent des situations bien différentes entre des taxons maintenant quelques pieds ou plusieurs milliers d'individus. Afin de préciser les catégories de menaces préliminairement avancées ci-dessus, il faut donc compléter les taux de régression et la fréquence relative par l'abondance des populations (JAUZEIN, 2002b), voire la répartition dans la parcelle (GUILLERM, n.d.)

4.1.1.2. Abondance moyenne et répartition dans la parcelle.

4.1.1.2.1. Evolution de l'abondance

Globalement, l'abondance des espèces dans les parcelles cultivées a nettement chuté. Nous ne disposons pas de relevés anciens permettant de quantifier une baisse précise. Toutefois les annotations figurant en face de certaines espèces dans les manuscrits des botanistes

alsaciens du début du XX^{ème} siècle, comparées avec nos observations, permettent d'étayer cette affirmation (cf. tableau en Annexe 14).

L'annexe 14 montre très clairement qu'avant la Seconde Guerre mondiale, de nombreux taxons présentaient assez fréquemment des abondances vraisemblablement moyennes à fortes (équivalentes à des notes de 3 à 5). Si les qualificatifs d'abondance ne s'appliquaient certainement pas à toutes les observations, il reste qu'aujourd'hui la plupart de ces mêmes taxons présentent des abondances moyennes faibles, de l'ordre de quelques pieds par parcelles (note de 1 à 2) et des abondances maximales jamais très élevées (note maximale de 3, rarement plus). Ainsi, lors de nos prospections, certains taxons ont toujours présenté des populations très faibles dans les milieux cultivés (de l'ordre de quelques pieds) :

<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	<i>Ranunculus arvensis</i> L.
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	<i>Silene noctiflora</i> L.
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	

A l'inverse, quelques rares espèces présentent presque toujours des populations abondantes :

<i>Scleranthus annuus</i> L.	<i>Viola tricolor</i> gr.
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.
<i>Aphanes arvensis</i> L.	

Notons que parmi les taxons abondants, on ne trouve guère plus que quelques petites dicotylédones comme *Aphanes arvensis* L., *Viola tricolor* gr., etc. ou plus fréquemment certaines graminées (*Alopecurus myosuroides* L. *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.).

4.1.1.2.2. Abondance des populations et précision du statut.

L'analyse conjointe de la fréquence et de l'abondance moyenne permet de relativiser le cas de quelques espèces ou au contraire de confirmer la régression.

➤ Cas des espèces liées à un substrat particulier :

Parmi les espèces présentant des fréquences relatives faibles, certaines sont localisées sur certains substrats, eux-mêmes peu fréquents. Ainsi, *Scleranthus annuus* L. ou *Spergula arvensis* L., avec une fréquence globale relativement faible respectivement autour de 2 % et de 1 %, deviennent assez fréquentes dès que le substrat devient assez sablonneux (respectivement 18% et 7.5 %), et présentent alors des populations importantes (abondance moyenne élevée, respectivement de 3.9 et 2.7). De fait, ce type d'espèces localisées sur un substrat particulier où elles sont encore abondantes ne semblent pas ou moins menacées.

➤ Cas des espèces rares :

Parmi les espèces devenues très rares quelques unes sont toutefois encore abondantes dès lors que des conditions favorables (pratiques culturales ou facteurs naturelles) les laissent apparaître, formant de véritables tapis dans les champs cultivés : *Arnoseris minima* (L.) Schweigger & Koerte (considérée localement comme une véritable « mauvaise herbe » par un agriculteur !), *Myosurus minimus* L., *Stachys arvensis* (L.) L., etc., ou de belles nappes colorées parmi les épis : *Centaurea cyanus* L. et *Agrostemma githago* L., dans son unique localité connue...

Si ces taxons semblent localement moins menacés à court terme, d'autres taxons en revanche, conjuguent leur rareté avec une abondance toujours faible : *Adonis aestivalis* L. subsp. *aestivalis*, *Ranunculus arvensis* L., voir très faible : *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix. La situation de ces taxons est donc d'autant plus précaire (cf. Annexe 13 pour plus de détails).

4.1.1.2.3. Répartition dans la parcelle.

A cette diminution de l'abondance, s'ajoute l'exclusion des messicoles vers les bordures des parcelles et les fourrières (coin des parcelles accumulant généralement plusieurs opérations culturales « ratées » : semis, désherbage, etc.). Ainsi, lors des prospections, plus de 75 % des observations ont été effectuées en bordure des champs. Les 25 % restants correspondent à un nombre limité d'espèces encore souvent observées de manière disséminées dans toute la parcelle :

Alopecurus myosuroides Hudson
Apera spica-venti (L.) P. Beauv.
Avena fatua L.

Bromus secalinus L.
Centaurea cyanus L.
Papaver rhoeas L.

Notons qu'il s'agit essentiellement de graminées, soit parce qu'elles parviennent à échapper aux désherbants chimiques (sélection par les herbicides des géotypes les plus proches des cultures (GASQUEZ, 1993) : cas du vulpin, de la folle-avoine et du jouet-du-vent), soit parce que ce sont des espèces mimétiques ressemées avec la céréale (*Bromus secalinus* L., cf. CHICOUENE (1993) et *infra*).

Quelques dicotylédones sont aussi encore assez souvent observées à l'intérieur de la parcelle : le coquelicot qui résiste bien aux produits anti-graminées et peut encore causer des problèmes, notamment dans le colza (CHAUVEL & GASQUEZ, 1993) et plus rarement le bleuet.

D'autres espèces sont en revanche systématiquement rejetées en bordures et rarement à plus d'un mètre à l'intérieur de la parcelle :

Consolida regalis S.F. Gray
Lithospermum arvense L.

Ranunculus arvensis L..
Valerianella rimosa Bast.

Il semble ici, qu'outre la pression de désherbage moindre dans les bordures (BOURNERIAS *et al.*, 2001), la densité de semis (souvent également moindre dans les fourrières), joue un rôle prépondérant dans l'expression des messicoles dans les seules bordures.

4.1.1.3. Bilan : propositions d'un classement des espèces en fonction de leur statut.

La considération de l'ensemble des points précédents, permet d'avancer une liste de 4 catégories d'espèces en fonction du degré de menaces qui pèse sur elles. L'annexe 15 donne la liste complète des taxons de chaque catégorie.

La **catégorie 1** regroupe l'ensemble des taxons présumés **disparus**, non revus depuis 1990.

La **catégorie 2** comprend l'ensemble des taxons **en danger**. Cette dénomination intègre :

- la **catégorie 2a** : taxons ne comptant plus que 1 ou 2 station(s) après 1990 mais non revus en 2004 ;
- la **catégorie 2b** : espèces en forte régression : non revues dans plus de 75 % des communes où ces taxons étaient signalés avant 1990 ;
- et/ou les espèces présentes dans moins de 10 communes (soit environ 1 % des communes d'Alsace) ;
- et/ou les espèces qui, indépendamment de leur possible maintien en dehors des parcelles cultivées, ont été observées avec une fréquence inférieure à 1 % dans les champs ou les vignes ;
- et/ou les espèces qui conjuguent rareté et abondance toujours très faibles ().

Les espèces de cette catégorie ne disposent souvent que de quelques stations ou de populations toujours très faibles, risquant, si rien n'est fait pour leur sauvegarde, d'entrer dans la catégorie 1.

La **catégorie 3** rassemble les taxons qui, quoiqu'en régression (comprise entre 33 et 75 %), ne semblent **pas menacés à court terme**. Soit parce qu'ils sont encore connus dans plus de

15 à 30 communes réparties dans toute la région (et donc probablement dans un nombre plus élevé de communes, vu la couverture limitée de nos prospections), avec des fréquences relatives supérieures à 1 %. Soit parce qu'ils présentent encore souvent des populations assez abondantes. Y sont également inclus : (1) des taxons disparus d'une large partie de la région, toutefois encore assez communs dans certains secteurs (exemple : *Bromus secalinus* L., présumé disparu d'une large partie de la région, est encore assez commun en Alsace Bossue et dans l'extrême nord de la région) ; (2) des taxons raréfiés dans les champs mais qui semblent moins menacés dans le vignoble : *Myosurus minumus* L., *Lithospermum arvense* L., etc.

L'évolution du statut des espèces de la catégorie 3 est toutefois à surveiller, si le phénomène de régression se poursuit, elles pourraient rapidement figurer dans la catégorie 2.

La **catégorie 4** réunit les taxons se maintenant plus ou moins, avec une régression inférieure à un tiers et/ou une présence dans plus de 50 communes (ex : *Centaurea cyanus* L.). Il s'agit souvent de véritables « mauvaises herbes » causant des problèmes agronomiques : *Alopecurus myosuroides* L., *Galium aparine* L. subsp. *aparine*, etc.

Quelques taxons ont été inscrits **hors catégorie** (HC) en raison du trop faible nombre de données (notamment anciennes) les concernant, rendant difficile l'évaluation de leur statut actuel.

Différentes catégories de taxons plus ou moins menacées ont donc été mises en évidence. Retenons que globalement, ce sont environ **deux tiers** des espèces de l'enquête qui sont **éteintes** (catégorie 1) ou **en voie d'extinction** (catégorie 2) dans la région (cf. figure 6).

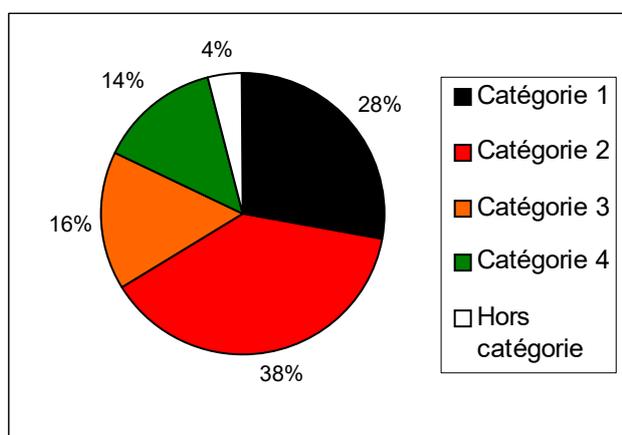


Figure 6 : Répartition des taxons dans les différentes catégories.

4.1.1.4. Comparaison avec les niveaux national et régional voisin

L'intensité de la régression et des menaces observée en Alsace suit à quelques exceptions près celui observé au niveau national.

Les taxons de **niveau 1** (au sens du Plan National) ont presque tous disparu de la région (23 taxons disparus sur 29, soit 79 % de perte). Les six taxons de niveau 1 se maintenant en Alsace présentent (sauf une exception) des fréquences parmi les plus faibles (inférieure à 1 %) et/ou sont localisés (cf. tableau 3).

Tableau 3 : Les taxons de niveau 1 en Alsace.

Taxons de niveau 1	Régression	Fréquence	Nb de pieds	Localisation
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>aestivalis</i>	(>) - 86 %	0.471 %	220	Kochersberg (4 stations), Collines sous-vosgiennes (2 stations)
<i>Agrostemma githago</i> L.	(>) - 96 %	0.706 %	500	Haguenau (7 stations)
<i>Bromus secalinus</i> L. subsp. <i>secalinus</i>	(>) - 41 %	4,235 %	> 500	Alsace Bossue, Pays de Hanau, Outre-Forêt.
<i>Camelina sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	(>) - 92 %	0.345 %	< 10	2 communes (Strasbourg, Scharrachbergheim-Irmstett)
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	(>) - 67 %	0.235 %	< 10	1 commune en tant que messicole (Ratzwiller, Alsace Bossue).
<i>Ornithogalum nutans</i> L.	(>) - 64 %	0.263 % (vigne)	300	5 stations disséminées dans 4 communes du Haut-Rhin.

Les taxons de **niveau 2** se maintiennent diversement. Quelques taxons sont encore bien représentés notamment dans le vignoble où *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, et *Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet semblent en bien meilleures postures que dans nombres d'autres régions viticoles (cf. *infra*) ; dans les champs cultivés on trouve encore assez fréquemment *Centaurea cyanus* L. (plutôt dans le Haut-Rhin), *Thlaspi arvense* L. et *Anchusa arvensis* (L.) M. Bieb. La plupart des taxons de ce niveau se sont néanmoins fait plus rares sans être toutefois parmi les plus menacés : *Consolida regalis* S.F. Gray, *Valerianella rimosa* Bast., *Papaver argemone* L., *Ranunculus arvensis* L., exception faite de deux taxons presque éteints : *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix, *Bunium bulbocastanum* L. et de six espèces présumées disparues.

Les taxons de **niveau 3** se maintiennent encore tous relativement bien, mis à part *Lithospermum arvense* L., devenue très rare en Alsace et *Scandix pecten-veneris* L. présumée disparue, sans qu'on puisse aisément expliquer cette différence avec les autres régions, où elles restent souvent abondantes (ailleurs, le peigne de Vénus semble même encore envahissant dans le colza)... Certaines espèces de niveau 3 sont encore fréquemment envahissantes, notamment certaines graminées : *Alopecurus myosuroides* L., *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. Le tableau 4 résume la situation par rapport au niveau national.

Tableau 4 : Comparaison du nombre de taxons par niveau de rareté Alsace/France et pourcentage de perte en Alsace.

Nombre de Taxons en / de	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Liste Rouge Alsace	TOTAL
Alsace (2004)	6	20	13	15	54
Alsace (Disparus)	23	6	1	6	36
Alsace (Total)	29	26	14	21	90
Perte (%)	79 %	23 %	7 %	30%	40 %
France	63	30	14	21	122

L'annexe 16 compare la situation alsacienne avec les régions voisines à partir des flores régionales et/ou des listes rouges qui y ont été effectuées.

A l'origine, la flore messicole d'Alsace semblait plus riche que dans les régions voisines. Mais les quelques espèces subméditerranéennes ou néophytes supplémentaires que comptait la région ont aujourd'hui disparu, si bien que la situation est aujourd'hui assez semblable aux régions voisines. Certaines espèces devenues rares en Lorraine (*Thlaspi arvense* L.) ou dans le Jura (*Anchusa arvensis* M. Bieb) se maintiennent mieux en Alsace. A l'inverse quelques calcicoles trouvent plus de situations favorables en Lorraine (*Bupleurum rotundifolium* L.) ou dans le Jura (*Galeopsis angustifolia* Ehrh. ex Hoffm., *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix).

Il reste toutefois difficile de comparer ces documents qui n'ont pas été réalisés à la même période (Baden-Württemberg), qui reprennent pour certaines des citations anciennes sans réactualisation ou, pour les listes rouges, qui n'ont pas été effectuées selon les mêmes critères d'inclusion (Franche-Comté).

En résumé le statut des messicoles se traduit par la disparition des espèces autrefois rares (catégorie 1), par la raréfaction de nombreuses espèces qui étaient communes (catégorie 2 : *Agrostemma githago* L.), par la persistance de quelques espèces qui sont restées communes (catégorie 4 : *Papaver rhoeas* L.) et d'autres qui ont proliférées (graminées). Cette vision à court terme (de l'ordre de la dizaine d'années) peut cependant cacher l'extension soudaine de certaines espèces (comme par ex. : *Calepina irregularis* (Asso.) Thell.).

4.1.2. Caractéristiques des espèces menacées.

Afin de mieux saisir les résultats obtenus ci-dessus et notamment les différences de comportement suivant les taxons, nous avons analysé les caractéristiques des espèces menacées (catégorie 1 à 3) et celles des espèces plus ou moins en maintien (catégorie 4, à laquelle nous avons ajouté un certain nombre de taxons communs pour équilibrer les classes).

L'objectif est ici de dégager les types « bionomiques » favorisés et défavorisés dans les agrosystèmes actuels.

4.1.2.1. Analyse des tableaux de contingence (test du Khi2).

L'annexe 17 présente les tableaux de contingence et les résultats des analyses statistiques. Plusieurs caractéristiques, parmi celles initialement retenues (cf. 3.4.2. et Annexe 9), ne semblent pas intervenir de manière significative dans la régression des messicoles (test du Khi2 non significatif). En particulier les caractéristiques biologiques et génétiques :

- type biologique ;
- taille de la plante à la moisson ;
- époque de levée ;
- époque de floraison ;
- ploïdie.

Une caractéristique biologique a toutefois une certaine importance :

(1) **la longévité des semences** (test significatif à 0.001 %). Les messicoles dont la durée de vie des semences dans le sol ne dépasse pas une année (ex : *Agrostemma githago* L., *Bromus secalinus* L., *Turgenia latifolia* (L.) Hoffm.) appartiennent de manière significative aux espèces menacées ou disparues. En revanche, les espèces dont la durée de vie est comprise entre un à trois ans, voire largement supérieure (ex : *Papaver rhoeas* L., au moins 40 ans ; *Sinapis arvensis* L., au moins 60 ans, etc.) sont significativement moins menacées.

Le nombre de semences produites, non pris en compte faute de données suffisantes, semblerait également intervenir dans certains cas. Ainsi les espèces encore communes compenseraient la perte d'individus par une forte dynamique de production de diaspores : *Papaver rhoeas* L. (env. 20 000), *Centaurea cyanus* L. (700 - 1 600), *Spergula arvensis* L. (env. 3 000) ; tandis que les espèces menacées n'en produisent souvent pas plus de 200 par individu : *Nigella arvensis* L. (100-300), *Consolida regalis* S.F. Gray (200), etc. (cf. Annexe 18).

Notons également que l'époque de levée, bien que non significative, semble montrer une tendance plus favorable au maintien des espèces pouvant lever indifféremment en hiver ou au printemps (cas de *Thlapsi arvensis* L., *Spergula arvensis* L., *Sinapis arvensis* L., *Fumaria officinalis* L.), espèces qui peuvent notamment s'adapter à l'ITK des cultures de printemps. Ainsi plusieurs observations de *Thlapsi arvensis* L. et de *Spergula arvensis* L. ont été effectuées dans le maïs et le tabac (cf. *infra*).

D'autres variables parmi lesquelles plusieurs caractéristiques écologiques se révèlent plus nettement significatives :

(1) **l'amplitude d'habitat** (test significatif à $3,8 \cdot 10^{-7}$ %), qui correspond à la capacité des messicoles à coloniser d'autres milieux que les champs de céréales. Nous avons ainsi distingué les espèces strictement liées aux conditions culturales, celles pouvant également se maintenir en bord de chemins et celles capables de coloniser des milieux « naturels » plus ou moins ouverts (cf. Annexe 9).

Les messicoles strictement inféodées aux cultures appartiennent très nettement à la catégorie des espèces disparues ou quasi-éteintes en Alsace. A l'opposé, les espèces non menacées ont réussi à établir des populations sur des milieux naturels ouverts (bords de chemins, talus, pelouses ouvertes, gravières, etc.), d'où elles peuvent plus ou moins recontaminées les parcelles proches.

L'origine biogéographique ne donne pas de résultats significatifs. Il faut dire que la quasi-totalité des messicoles archéophytes sont des allochtones en Alsace. Notons quand même que 94 % des espèces menacées sont des allochtones tandis que les messicoles non menacées sont plutôt des autochtones. Ce caractère, un peu redondant du précédant, différencie les espèces indigènes qui disposent *a priori* d'habitats plus variés que les seules cultures desquelles les allochtones, archéophytes et néophytes, sont plus dépendantes.

(2) **La capacité à coloniser les vignes** (test significatif à 0.001 %). Dans la liste des taxons étudiés, certains ne sont rencontrés en Alsace que dans les grandes cultures (*Centaurea cyanus* L.), d'autres uniquement dans les vignes (ex : *Tulipa sylvestris* L.), tandis que certaines

sont présentes aussi bien en grandes cultures que dans le vignoble (ex : *Anchusa arvensis* (L.) M. Bieb., *Thlaspi arvense* L., *Papaver rhoeas* L., *Sinapis arvensis* L., etc.).

Les espèces non menacées ou se maintenant sont de manière significative plus nombreuses dans la catégorie des espèces présentes à la fois dans les grandes cultures et les vignes. Elles ont, notamment grâce à certaines adéquations avec l'itinéraire technique viticole (cf. *infra*), trouvées « refuge » dans les vignes. Les espèces les plus menacées apparaissent en revanche de manière significative comme incapables de coloniser le vignoble.

(3) L'**exigence trophique** (test significatif à $2,3 \cdot 10^{-5}$). Les espèces nitrophiles strictes (*Galium aparine* L. subsp. *aparine*) ou préférentielles - c'est-à-dire supportant bien les fumures, qui leur confèrent une plus forte compétitivité, comme par ex : *Thlaspi arvense* L. ou encore *Papaver rhoeas* L. selon CHAUVEL & GASQUEZ (1993) - sont significativement moins menacées que les espèces oligotrophes (ex : *Arnoseris minima* (L.) Schweigger & Koerte) ou préférentiellement oligotrophes (*Adonis* spp.). L'importance de ce caractère « bionomique » permet d'affirmer que du point de vue des pratiques culturales, l'apport massif d'engrais chimiques conduisant à l'eutrophisation des milieux cultivés est l'un des facteurs majeurs expliquant la disparition de nombreuses messicoles archéophytes. De nombreuses espèces très sensibles à la compétition ont ainsi pu disparaître très tôt (avant la généralisation du désherbage chimique), concurrencées non seulement par la plante cultivée mais également par les espèces plus ou moins nitrophiles (MEERTS, 1993).

Conformément à notre hypothèse de départ, il existe donc des caractéristiques qui apparaissent de façon significatives comme favorables ou défavorables au maintien des messicoles.

4.1.2.2. Analyse factorielle de correspondances « espèces » - « caractéristiques »

L'AFC fait ressortir les mêmes tendances générales que les tableaux de contingence. Les différentes modalités à l'intérieur de chaque variable permettent de visualiser quelques corrélations supplémentaires. En tenant compte des coordonnées des points sur les axes 1 à 5 (39 % de l'inertie) et en réalisant une classification hiérarchique de moment d'ordre deux, on peut distinguer deux grands ensembles. Nous avons ainsi pu déceler des « types bionomiques » favorisés et défavorisés. L'annexe 19 donne la représentation graphique de l'AFC sur les axes 1 et 2.

En Alsace, le type « bionomique » (MAILLET & GODRON, 1993) des taxons déjà disparus ou aujourd'hui menacés est le suivant :

- messicoles *stricto sensu* ou au mieux taxons seulement capables de se maintenir sur la bordure cultivée ; incapables de coloniser les vignes ; oligotrophes ; calcicoles strictes ;
- diploïdes ; taxons à levée automnale ayant une floraison relativement précoce (pré-récolte et récolte) et dont la taille est supérieure à la barre de coupe au moment de la récolte (alors que le cycle de l'espèce n'est pas fini) ; taxons à longévité des semences très faible (environ 1 an).

A l'opposé, les espèces non menacées sont :

- des espèces capables de coloniser ou de se maintenir un certain temps dans une diversité de milieux ; capables de coloniser le vignoble ; espèces plus ou moins nitrophiles réagissant bien à la compétition ;
- des espèces pouvant lever indifféremment en automne ou au printemps ;
- des espèces dont la taille est inférieure à la barre de coupe au moment de la récolte (espèces pouvant achever leur cycle) ; ayant une longévité des semences souvent supérieure à 3 ans.

Nous retrouvons ici sensiblement (à une ou deux caractéristiques de plus ou de moins) les résultats mis en évidence par MAILLET & GODRON (1993) pour les messicoles du Languedoc, confirmant les caractéristiques « bionomiques » générales des messicoles en déclin (ségétales strictes, diploïdes, longévité des semences faible).

Parmi les caractères supplémentaires, notons en Alsace, la forte précarité des calcicoles, phénomène plus généralement observé pour l'ensemble de la moitié nord de la France (JAUZEIN, 2002b) et pour les pays limitrophes : Belgique (MEERTS, 1993), Suisse (WERNER, 1993), etc.

Globalement la conclusion est assez évidente : les nouvelles contraintes modifiant (voir homogénéisant) le milieu cultivé ont éliminé les espèces spécialisées (souvent caractéristiques de milieux extrêmes : champs humides, champs graveleux, etc.) tandis que les espèces plus ubiquistes ont réussi à se maintenir dans les nouvelles conditions. Ainsi la plasticité écologique apparaît comme une caractéristique déterminante pour la survie d'une messicole. Il est possible qu'il existe, pour les espèces se maintenant mieux, une plus forte diversité intraspécifique avec certains génotypes aux exigences moins strictes (JAUZEIN, 2002b).

4.2. PAR CULTURE (mise en évidence de pratiques culturelles favorables au maintien des messicoles).

Le point précédent a montré l'importance des caractéristiques écologiques des espèces, notamment la capacité à coloniser différents types de culture (vignes ou cultures de printemps). A cette capacité de colonisation de la plante correspond une certaine pénétrabilité du milieu, notamment synonyme de pratiques culturelles dans les milieux cultivés.

Le maintien d'une messicole dans une parcelle cultivée n'est possible qu'à la condition que cette espèce puisse y réaliser son cycle biologique complet. L'adéquation du cycle de vie de la mauvaise herbe aux contraintes des itinéraires techniques (ITK) peut se décomposer en de multiples facettes que l'on peut résumer par le terme de « résistance aux perturbations » liées aux interventions de l'agriculteur à plusieurs échelles de temps :

- ⇒ sur une année, les déterminants de l'itinéraire technique que sont la date de travail du sol et du semis, le désherbage de la culture (notamment le type d'herbicide utilisé en lutte chimique), la date de la dernière intervention culturale, la date de la récolte - qui diffère suivant chaque culture et modifie aussi les possibilités pour les adventices de boucler un cycle dans l'interculture,
- ⇒ sur plusieurs années, les successions culturelles - une partie seulement des graines étant annuellement exposée aux pressions de l'environnement (des réservoirs dans le sol ou hors parcelle venant contaminer les parcelles de manière récurrente) - la dormance des semences plus ou moins longue permet ainsi aux adventices de persister sur une parcelle jusqu'à l'arrivée de nouvelles conditions favorables telle qu'une culture dont l'ITK respecte à nouveau le cycle de l'espèce.

Partant de ce constat, chaque système de culture sélectionne donc un ensemble d'espèces adventices bien adaptées aux perturbations qu'il génère.

Il apparaît donc essentiel de compléter l'approche par taxon par une approche par culture et par les pratiques associées, qui pourra mettre en perspectives quelles pratiques culturelles permettent le maintien de certains taxons.

4.2.1. Vignes

4.2.1.1. Etat des lieux.

La flore du vignoble des Collines calcaires sous-vosgiennes est caractérisée par l'association du *Geranio-Allietum vinealis* R. Tx. 1950 ex v. Rochow 1951 qui comprend de nombreuses géophytes, dont les plus caractéristiques sont *Allium vineale* L., *Ornithogalum umbellatum* L., *Muscari neglectum* Guss. ex. Ten, *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. L'association comprend aussi quelques thérophytes : *Geranium rotundifolium* L., *Calendula arvensis* L., *Torilis arvensis* (Huds.) Link, etc. (SCHUBERT *et al.*, 2001).

Cette communauté semble moins dégradée en Alsace que dans les autres vignobles du nord de la France. Ainsi la tulipe est quasi-éteinte en Bourgogne comme le reste des espèces caractéristiques (CHIFFAUT & VAUCOULON, 2004), elle est très localisée dans le Jura (SBFC, 2004). En Val de Loire (BOTTE, 1993), *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort est présumée disparue, tandis que *Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet est rarissime (4 stations) et semble disparue en Poitou-Charentes (BARON, 1993), etc. A titre de comparaison, *Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet

est disséminée dans plus de 64 communes en Alsace, *Tulipa sylvestris* L. se maintient dans environ 35 communes et près de 8 stations de *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort sont encore connues. Les pratiques culturales plus tardivement intensives en Alsace sont certainement à l'origine de ce résultat (cf. 1.2.3.2.).

A cette ensemble s'ajoutent des espèces caractéristiques des cultures sarclées annuelles, des rudérales, mais aussi des espèces des champs de céréales (SELL *et al.*, 1998). Au total, ce sont 32 messicoles de la liste qui sont (ou étaient) présentes dans le vignoble alsacien (soit plus d'un tiers des espèces étudiées) parmi lesquelles 6 ont toujours été exclusivement présentes dans les vignes tandis que d'autres y ont trouvé un habitat secondaire (cf. Annexe 20).

Un milieu plus favorable aux messicoles néophytes... :

L'annexe 20 semble faire ressortir que le vignoble offre une « pénétrabilité » plus importante que les champs cultivés : de nombreuses néophytes n'ont ainsi été observées dans la région que dans le seul milieu viticole. Cela rejoint les observations de MAILLET (1993), qui note que les néophytes représentent 4,4 % des espèces du vignoble français contre 1,1 % de l'ensemble des milieux méditerranéens, également favorables au néophyte. L'installation d'une espèce dépend d'abord de l'adéquation des caractères écologiques aux conditions édapho-climatiques locales (MAILLET, 1993). Ainsi des espèces méditerranéennes (*Cnicus benedictus* L., *Roemeria hybrida* (L.) DC.) ont pu s'installer dans certains secteurs bien exposés du vignoble alsacien où règne un climat subméditerranéen. Leur maintien dépendra ensuite de l'adéquation de leur cycle biologique à l'ITK pratiqué en viticulture.

Cela peut expliquer qu'au final, ces espèces (notamment les deux taxons cités) ne sont que rarement naturalisées. Ce fut en revanche le cas pour *Tulipa sylvestris* L. (introduite en 1564) et dans une moindre mesure pour *Ornithogalum nutans* L. (introduite au courant du XVIII^{ème} siècle) (cf. *infra*). Cela semble aussi être le cas d'un adventice installée discrètement depuis plus d'un siècle en Alsace : *Calepina irregularis* (Asso) Thell. (1^{ère} citation en 1894), encore rarement observée il y a dix ans (S.B.A., com. oral.) et qui est aujourd'hui subitement en extension dans le vignoble (+ 10 %) où elle devient même localement envahissante. Sa floraison très précoce (dès le mois de mars) et la dissémination d'une partie des graines dès le mois d'avril lui permet d'échapper aux désherbages de fin avril début mai. Espèce steppique (supportant les hivers rigoureux et les étés chauds et secs), elle pourrait en outre profiter des nouvelles conditions climatiques si la tendance au réchauffement se confirmait. Notons également l'apparition récente de deux nouvelles adventices néophytes dans le vignoble : *Thlaspi alliaceum* L. à Ingersheim (ZAEH, com. oral.) et *Crepis sancta* (L.) Bornm. qui envahit actuellement le vignoble de Rouffach (BERCHTOLD, com. oral.).

Dans tous les cas cités, la réussite de la naturalisation dans le vignoble semble liée à une floraison et une dissémination des graines précoces (avant le désherbage de mai), ce que montre bien l'AFC (caractère « floraison précoce » lié à « présence dans les vignes », cf. Annexe 19).

...et aux messicoles géophytes :

L'autre information mis en évidence par l'Annexe 20 est la (quasi)-disparition des champs cultivés des géophytes à bulbes qui ne se maintiennent aujourd'hui que dans les vignes (ce que montre également très bien l'AFC, cf. Annexe 19). La possibilité d'effectuer des labours de plus en plus profonds et la généralisation de l'utilisation d'herbicides systémiques (plus efficaces sur les vivaces) sont vraisemblablement à l'origine de la disparition de ces espèces dans les grandes cultures (VILLARET & GARRAUD, 1993).

Dans les vignes, les labours sont plus superficiels au moins dans la zone sous le cep, qui peut alors être un refuge pour les géophytes. D'autant que leur floraison précoce (mars-avril) leur permet d'échapper aux désherbages chimiques de contacts intervenant généralement début mai. Leur raréfaction plus récente dans le vignoble serait à lier aux mêmes causes que dans les grandes cultures : utilisation d'herbicides systémiques (utilisés dès le début du mois de mars), pratique de labours plus profonds.

Parmi ces espèces, certaines (*Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, *Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet), quoiqu'en régression marquée (autour de 33 %) sont encore assez fréquentes : autour de 4 % des parcelles prospectées. D'autres espèces qui ont, il est vrai, toujours été plus

rare (*Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., *Ornithogalum nutans* L.) sont aujourd'hui plus menacées.

Un refuge pour certaines messicoles :

La vigne, où la pression de désherbage et la concurrence avec la culture sont relativement moins importantes que dans les grandes cultures (MAILLET & GODRON, 1993 ; JAUZEIN, 2002b), offre un refuge pour certaines espèces plus caractéristiques des champs cultivés (thérophytes). Les espèces les plus fréquentes des céréales se retrouvent ainsi également souvent dans les vignes : *Viola tricolor* gr., *Papaver rhoeas* L., *Thlaspi arvense* L., *Alopecurus myosuroides* L., etc..

Notons en particulier que la vigne offre « une seconde chance » pour quelques messicoles devenues plus rares dans les céréales. Ainsi *Anchusa arvensis* (L.) M. Bieb., *Lithospermum arvense* L. ou encore *Myosurus minimus* L. tendent à devenir plus fréquentes dans les vignes que dans les céréales. Le caractère commun à ces espèces est encore une fois une date de floraison précoce (dès le mois de mars) qui permet à un nombre considérable d'individus de terminer leur cycle végétatif vers la mi-avril, soit généralement avant le premier désherbage.

On observe de manière plus générale que les espèces communes aux champs cultivés et aux vignes semblent plus abondantes dans le vignoble (tableau 5).

Tableau 5 : comparaison de l'abondance moyenne de quelques espèces dans les champs cultivés et les vignes.

Taxons	A_M (Champs)	A_M (Vignes)
<i>Althaea hirsuta</i> L.	1	1.818
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	1.731	2.6
<i>Lithospermum arvense</i> L.	2.125	3
<i>Myosurus minimus</i> L.	3	2
<i>Papaver argemone</i> L.	2.071	3

A terme, le vignoble peut devenir l'habitat unique d'une espèce qui disparaît précocement des champs cultivés. Ce fut le cas pour les géophytes mais aussi pour *Phleum paniculatum* Huds. et peut-être bientôt pour *Althaea hirsuta* L. (2 stations encore connues en céréales !).

Mais ce refuge n'est hélas souvent que temporaire. Du fait des nombreux amendements apportés à la vigne et de l'eutrophisation consécutive du milieu, certaines espèces oligotrophes ou plutôt pionnières, dans tous les cas supportant mal la compétition, sont également devenues très rares dans le vignoble (*Phleum paniculatum* Hudson) quand d'autres ont fini par disparaître (*Androsace maxima* L., *Scandix pecten-veneris* L.). Cette « eutrophisation » est à l'inverse bénéfique pour quelques rares espèces dont *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, rudérale nitrophile, que l'on trouve de plus en plus souvent en bordures de vignes.

Pour tenter de mieux cerner les pratiques favorables au maintien des adventices les plus caractéristiques du vignoble, nous avons analysé, sur la base de nos observations de terrain, la relation entre les pratiques culturales et la répartition spatiale des espèces dans la parcelle.

4.2.1.2. Analyse des pratiques culturales en liaison avec le maintien de deux messicoles géophytes

La disposition spatiale d'une espèce dans la parcelle n'est pas aléatoire et renseigne sur l'exigence de l'espèce. Selon GUILLERM (n.d.), « la distribution spatiale illustre la réaction des espèces aux perturbations extérieures ». L'auteur distingue ainsi des distributions au hasard ou en tache ; le long des lignes de labours et sous les ceps de vignes ; des distributions marginales (à partir des bordures) ou uniformes.

Ainsi en Alsace, avec l'apparition rapide de la pratique de l'enherbement (Annexe 6), qui concerne aujourd'hui plus de 70 % du vignoble, les espèces pionnières liées aux terres labourées pourraient être menacées. Celles-ci devraient donc être réparties là où le sol a été travaillé

mécaniquement (dans l'inter-rang non enherbé, sous le cavaillon ou en bordures), tandis que les espèces sensibles aux désherbages chimiques devraient se retrouver en bordures ou en cas de désherbage mixte, absent de la zone sous les ceps.

Nous avons réalisé des tableaux de contingences entre les pratiques (désherbage, enherbement) et la répartition des espèces selon plusieurs catégories : (1) marginales, (2) dans les parties travaillées mécaniquement (sous les ceps et dans l'interligne travaillée), (3) dans les parties enherbées ou (4) disséminées par bouquets.

Faute d'observations suffisantes, le test du Khi2 (cf. Annexe 21) n'est pas significatif. On voit toutefois se dégager certaines tendances qui mériteraient d'être vérifiées.

➤ *Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet

L'enherbement artificiel (ENA) semble néfaste pour la gagée des champs. Dans les parcelles ainsi conduites, *Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet se répartie plutôt dans les zones labourées : dans l'inter-rang non-enherbé ou sous les ceps de vignes. L'enherbement naturel maîtrisé (ENM) semble moins nuisible : la gagée a alors une répartition plus indifférente y compris dans l'inter-rang enherbé « naturellement ».

Nous pouvons avancer une hypothèse pour cette différence entre ENA et ENM. Dans les parcelles conduites en ENM, le rang enherbé l'année n (et labouré l'année n-1) présente une végétation encore clairsemée au début du printemps pendant que la gagée effectue son cycle très rapide (de début mars à début avril). Dans les parcelles en ENA, le gazon est déjà dense durant tout l'hiver et offre peu de « place » pour la végétation spontanée.

La majorité des observations correspondent à des situations où la gagée pousse sur des sols nus labourés (annexe 21), confirmant le caractère pionnier de cette espèce.

➤ *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*

Le désherbage chimique intégral est assez évidemment néfaste pour *Tulipa sylvestris* L. : celle-ci est plus souvent rejetée en bordures des parcelles désherbées chimiquement ou absente sous les ceps désherbés (en désherbage mixte).

Les labours trop intensifs et trop profonds ainsi que le broyage et l'enfouissement des sarments semblent néfastes à la tulipe que l'on observe alors uniquement sous les ceps (lorsque cette zone n'est pas ensuite désherbée...).

L'enherbement semble moins nuisible que pour la gagée des champs. La tulipe supporte en effet mieux la concurrence. Comme le notent BOURNERIAS *et al.* (2001), il est faux de dire que *Tulipa sylvestris* L. est une espèce liée au labour. On la trouve en effet fleurit en abondance sur les talus enherbés du vignoble, dans quelques vergers et même dans certains sous-bois. En conséquence, dans les vignes, l'ENM est très favorable à cette espèce (majorité des observations).

Toutefois l'enherbement artificiel avec un semis de diverses graminées (pâturin, ray-grass, féтуque) formant un gazon dense semblerait toutefois moins favorable (moins nettement que pour la gagée toutefois) : la tulipe se répartit alors plutôt dans les parties travaillées ou en bordures.

Bilan : l'évolution actuelle des pratiques viticoles, bien que globalement satisfaisante pour l'environnement (enherbement artificiel efficace contre l'érosion, réduction des doses d'herbicides, nombre de viticulteurs biologiques en constante augmentation, etc.), n'est que partiellement bénéfique aux messicoles.

Le maintien des géophytes caractéristiques du vignoble passera par l'adoption de techniques « plus douces » : travail du sol superficiel, enherbement naturel maîtrisé et non artificiel, limitation du désherbage chimique aux herbicides de contacts, etc.

4.2.2. Grandes cultures.

Dans un premier temps les cultures de lin et de céréales, habitats classiques des messicoles selon ABOUCAYA *et al.* (2000) sont examinées au regard des résultats mis en évidence par taxon (4.1.), en tentant de relier ces derniers à des pratiques culturelles (4.2.2.1.).

Dans un second temps quelques pratiques culturales qui pourraient expliquer le maintien local de quelques messicoles sont analysées (4.2.2.2.).

4.2.2.1. Analyse de l'évolution des flores messicoles du lin et des céréales.

Du fait de l'évolution des pratiques culturales, les grandes cultures ont connu un appauvrissement floristique important tout au long du XX^{ème} siècle. En 2004, de nombreuses parcelles prospectées (environ 20 %) ne présentent plus aucune trace d'adventices (parcelles dites « propres ») ; une grande majorité se limite à quelques espèces banales (cf. *infra*) et exceptionnellement nous avons trouvé plus de 10 espèces au sein d'une même parcelle !

4.2.2.1.1. Cultures de lin

En examinant la liste des taxons disparus (catégorie 1), on note la disparition précoce de certains taxons dès le début du XX^{ème} siècle avant le début de l'intensification *sensu stricto* de l'agriculture.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées. Pour une part, il s'agit d'espèces linicoles (espèces caractéristiques du *Lolio remoti-Linion usitatissimi*), comme par exemple : *Camelina alyssum* (Mill.) Thell. ou *Cuscuta epilinum* Weihe, dont les dernières observations datent respectivement de 1900 et de 1957. Le tri des semences est rapidement devenu efficace dans les cultures de lin éliminant rapidement les espèces mimétiques (JAUZEIN, 2002b), avant que les linières elles-mêmes ne finissent par se raréfier puis disparaître en Alsace vers le milieu du XX^{ème} siècle. La réapparition locale de cultures de lin dans les années 1990 (en Outre-Forêt ou en Petite Camargue Alsacienne notamment) ne permet toutefois plus d'observer tout le cortège linicole (BOURNERIAS *et al.*, 2001).

4.2.2.1.2. Champs de céréales d'hiver.

Les résultats par taxon ont mis en évidence la disparition précoce des espèces calcicoles et oligotrophes (tableau 1, p. 30). Avant 1950, deux facteurs de régression sont généralement cités. Le même tri des semences pratiqué dans les céréales avec moins d'efficacité que dans le lin semble toutefois responsable de la régression de taxons qui étaient vraisemblablement déjà fragilisés « naturellement », se trouvant en limite d'aire avec des populations fragmentées et toujours très rares en Alsace. Ce fut peut-être le cas de *Linaria arvensis* (L.) Desf. (1901) et de *Legousia hybrida* (L.) Delabre (1905), toutes deux méditerranéennes-atlantiques. Cela est plus généralement le cas des espèces mimétiques de grande taille (MEETS, 1993) et selon JAUZEIN (2002a) des subméditerranéennes calcicoles plus instables dans la moitié nord de la France et pour lesquelles de faibles changements ont certainement suffi à les faire disparaître.

L'utilisation massives d'engrais semble également avoir eu des effets très tôt (MEERTS, 1993), ce qui expliquerait la disparition de nombreuses espèces nitrofuges et/ou oligotrophes comme *Logfia gallica* (L.) Cosson et Germ ou *Spergularia segetalis* (L.) G. Don fil qui disparaissent autour des années 1950.

Après 1950, le désherbage chimique anti-dicotylédones (2,4 D) devient le facteur majeur de régression des messicoles (MONTEGUT, 1993 ; MEERTS, 1993). De nombreuses espèces fragilisées par les facteurs de régression précités (cumulant pour certaines les caractères oligotrophes et subméditerranéennes calcicoles...) ont définitivement disparu entre 1950 et 1980 : *Adonis flamma* L., *Papaver hybridum* L., *Turgenia latifolia* L., etc.

En 2004, les messicoles ayant survécu à tous ces assauts ne dépassent plus 1 % de fréquence dans les champs de céréales tandis qu'un nombre limité d'espèces (une dizaine tout au plus) présente des fréquences encore assez élevées (cf. *supra*).

Avec l'intensification des pratiques de désherbage, et notamment l'utilisation répétée de produits anti-graminées, la flore des champs de céréales est aujourd'hui surtout caractérisée par la présence de certaines graminées échappant aux effets des désherbants chimiques grâce à leur proximité génétique avec les cultures (GASQUEZ, 1993) : *Alopecurus myosuroides* Huds.

(23,8 %), *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. (11,6%) ou encore *Avena fatua* L. (12,7%), auxquelles on peut ajouter *Lolium multiflorum* Lam. (obs. pers.).

La concurrence, d'une part avec ces espèces favorisées par les pratiques et, d'autre part avec la céréale cultivée de manière de plus en plus dense, semble, avec le désherbage, le facteur prédominant actuellement pour expliquer l'exclusion des messicoles.

Cela expliquerait que seules quelques dicotylédones compétitives aux caractéristiques « bionomiques » adéquates (cf. les caractères mis en évidence, à savoir : espèces plus ou moins nitrophiles et/ou à forte dynamique, par ailleurs résistantes à certains herbicides) se maintiennent également bien : *Papaver rhoeas* L. (51.8 %), *Galium aparine* L. subsp. *aparine* (21.9 %), et *Viola tricolor* gr. (18.1 %) auxquels on peut ajouter *Matricaria recuita* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Veronica hederifolia* L., dans le même ordre de fréquence (obs. pers. et REBOUD & GASQUEZ, 2004).

Dans une moindre mesure, sont également encore fréquents : *Thlaspi arvense* L., *Anchusa arvensis* M. Bieb et *Aphanes arvensis* L. Enfin, certaines espèces globalement rares dans la région sont localement encore communes : *Bromus secalinus* L. en Alsace Bossue et dans le Nord de l'Alsace, et *Centaurea cyanus* L. dans la plaine du Haut-Rhin (cf. Annexe X, extrait de l'Atlas écologique et floristique de 92 taxons, FRIED, 2004, à paraître).

4.2.2.1.3. Influence de la monoculture de maïs.

Depuis 1980, la raréfaction des céréales d'hiver apparaît comme un facteur supplémentaire de déclin. De nombreux sites prospectés, autrefois riches en messicoles ne le sont plus aujourd'hui tout simplement parce qu'ils sont ensemencés de maïs, notamment dans la Hardt (où cette culture atteint plus de 93 % de la sole céréalière...) ou dans le Sundgau (70 %). Rares sont les espèces qui arrivent à se maintenir dans la monoculture du maïs qui favorise les adventices à levée printanière (communautés de l'*Amarantho-Chenopodietum albi* Scub. 1989). D'où l'observation de quelques messicoles à levée indifférente hivernale ou printanière : *Thlaspi arvense* L., *Anchusa arvensis* M. Bieb, *Spergula arvensis* L., ou encore *Viola tricolor* gr. et *Papaver rhoeas* L., thérophytes hivernales qui compensent leur inadéquation à l'ITK du maïs par une forte dynamique de production de semences. La situation est moindre dans les régions plus diversifiées (rotation maïs-blé) où, à titre d'exemple, on observe quelquefois *Consolida regalis* S.F. Gray se maintenant en bordure de champ de maïs.

L'ensemencement de 70 % de la sole céréalière alsacienne en maïs limite aujourd'hui fortement l'expression des messicoles, réduisant d'autant le nombre de sites potentiels où certaines espèces auraient pu réapparaître. Cela dit, les conditions actuelles dans les céréales d'hiver ne sont guère plus favorables aux messicoles...

4.2.2.2. Analyse de quelques pratiques culturales en lien avec le maintien des messicoles.

Les principales causes de déclin sont donc connues en Alsace, différant peu (mis à part l'influence de la monoculture du maïs) du reste de la France. Quelles pratiques peuvent alors expliquer pourquoi certaines parcelles sont encore localement riches ?

4.2.2.2.1. Influence des rotations diversifiées.

➤ Cultures fourragères dans la rotation.

Les cultures fourragères de légumineuses (luzerne, pois, féverole) et plus généralement toutes les cultures destinées au bétail (mélange trèfle-ray-grass, orge/avoine, seigle/pois, etc.) où l'impératif de rendement est généralement moindre, se sont montrées relativement intéressantes.

Dans la dizaine de champs de luzerne et de ray-grass prospectés, nous avons trouvé plusieurs messicoles plus ou moins rares : *Adonis aestivalis* L. subsp. *aestivalis*, *Consolida regalis* S.F. Gray, *Centaurea cyanus* L., *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix, etc.

C'est également dans ces cultures qu'on trouve encore çà et là d'anciennes espèces cultivées comme fourrages, devenues par la suite messicoles subspontanées : *Sinapis alba* L. (également à nouveau de plus en plus cultivée comme couvert en interculture et de fait encore

souvent subspontanée), *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir. dans le pois fourrager, etc.

➤ La pratique de la vraie jachère.

De même, la jachère lorsqu'elle est encore pratiquée, permet souvent à certaines messicoles, « étouffées » par l'itinéraire technique des cultures précédentes, de renforcer leur population le temps d'une saison.

De nombreuses messicoles ont été observées dans des champs en jachères. Ainsi, 11 % des observations de bleuets (*Centaurea cyanus* L.), 14 % des observations de *Consolida regalis* S.F. Gray, 33 % des observations d'*Adonis aestivalis* L. (qui semble apprécier les jachères de la PAC selon BOTTE (1993)), toutes les observations de *Valerianella dentata* (L.) Pollich, etc.

Hélas pour ces espèces, la vraie jachère (une année de repos dans la rotation) n'est quasiment plus pratiquée. La grande majorité des jachères observées correspondent aujourd'hui soit à des gel de terres à long terme évoluant vers la friche (*Arrhenaterion*) où seules quelques espèces arrivent à se maintenir encore un temps (ex : *Papaver rhoeas* L.), soit à des espaces en cours d'urbanisation...

Ces deux cas (jachères et cultures fourragères) illustrent ce que MEERTS (1988) appelle la régression temporelle. Les espèces deviennent fugaces, n'apparaissent plus tous les ans, mais uniquement lorsque les conditions optimales sont réunies, par exemple lors du retour de la jachère ou d'une culture fourragère dans la rotation ou par ailleurs, lors de conditions climatiques favorables (cf. *infra*). Autrefois le retour plus régulier de ce type de culture a certainement permis le maintien de nombreuses espèces. Le cas de l'adonis d'été est très parlant : sur les quatre stations observées en milieu cultivé en 2004, deux correspondaient à des jachères, une à une culture de luzerne extensive et une seule à un champ de blé...

Le contexte de régression massive de l'élevage en Alsace qui ne se maintient que dans des régions spécialisées (Alsace Bossue, Vosges) n'est de ce point de vue pas favorable aux messicoles.

4.2.2.2. Influence de l'utilisation de semences de ferme.

Selon CHICOUENE (1993) le brome faux-seigle (*Bromus secalinus* L.) est une espèce fortement mimétique des céréales d'hiver. Dotée de semences d'une faible longévité (env. un an) et donc d'un stock semencier viable dans le sol très faible, l'espèce ne devrait son maintien qu'à un réensemencement annuel à partir de lots de semences contaminées. Plusieurs observations de l'auteur confirment ces hypothèses : espèce strictement liée aux lignes de semis dans 2 observations sur 3, majorité des graines exportées par les moissonneuses-batteuses, etc. Les résultats obtenus pour cette espèce en Alsace semble également aller dans ce sens.

(1) A l'échelle de la parcelle : contrairement à la plupart des messicoles raréfiées, le brome faux-seigle s'observe significativement plus souvent réparti dans toute la parcelle qu'en bordure. Dans 16 parcelles sur 21 où *Bromus secalinus* L. était ainsi disséminé, nous avons observé une répartition exclusive dans les lignes de semis. Ce qui tend à confirmer que l'espèce est ressemée avec la céréale cultivée.

(2) A l'échelle de la région (figure 7) : autrefois commune dans toute la région selon KIRSCHLEGER (1870),

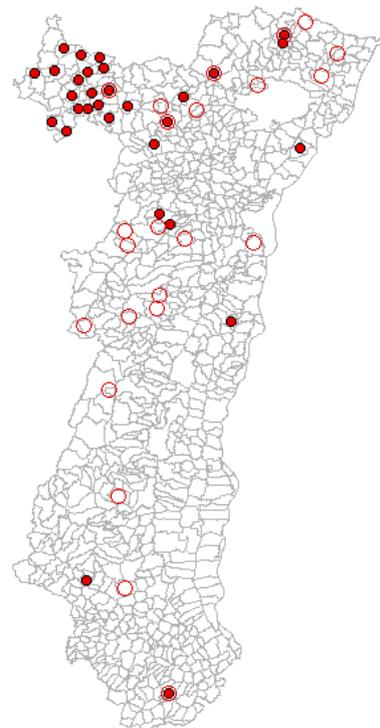


Figure 7 : carte de répartition de *Bromus secalinus* L. en Alsace.

l'espèce a disparu (ou se maintient difficilement) dans une grande partie de la plaine d'Alsace où dominant la céréaliculture intensive et partant l'utilisation de semences certifiées avec très peu d'impuretés. Le brome faux-seigle est en revanche encore assez commun dans les régions d'élevage comme le Pays de Hanau, en Outre-Forêt et surtout en Alsace Bossue (encore présent dans presque dans toutes les communes !). Cette différence dans la régression s'explique difficilement par des caractères écologiques. Plus ou moins lié au calcaire, on devrait retrouver ce brome tout le long de la bordure sous-vosgienne et dans la Hardt rouge par exemple. En Alsace Bossue, un des secteurs où *Bromus secalinus* se maintient le mieux, la proportion d'agriculteurs biologiques atteints 25 % des exploitants (OPABA, com. oral.). Or dans ce type d'agriculture et plus généralement dans les exploitations de polyculture élevage, le recours à des semences de ferme est encore assez largement répandu.

Toutes ces observations confirmeraient que la disparition de cette espèce est essentiellement liée à l'abandon des semences de ferme et à l'amélioration continue des lots de semences. Cette hypothèse reste à être vérifiée par des enquêtes auprès des agriculteurs des secteurs concernés, seules à même de confirmer notre supposition. L'interdiction d'utiliser des semences de ferme sous peine de taxe menace donc fortement le brome faux-seigle.

Ces deux exemples (présence régulière de parcelles non soumises à un impératif de rendements et utilisation de semences de ferme) montrent que la flore messicole est encore riche en condition d'agriculture organisée autour de l'élevage. Le maintien des messicoles est également souvent en relation directe avec une pression herbicide moindre (GUENDE & OLIVIER, 1993).

4.2.2.2.3 Influence des produits phytosanitaires.

Il va de soi que les céréales non ou peu désherbées chimiquement sont encore plus riche en messicoles : ainsi *Ranunculus arvensis* L. a été observée disséminée sur toute une parcelle non désherbée, une dizaine de messicoles rares dont *Agrostemma githago* L. ont été observées sur une parcelle très faiblement désherbée chimiquement, etc. Ces parcelles menées extensivement sont cependant très rares. L'influence des produits phytosanitaires restent cependant visibles par ailleurs.

➤ Herbicides et rémanence de l'activité phytocide dans le sol :

Les zones à sols filtrants (sablonneux et/ou riche en cailloux) présentent quelquefois une flore assez riche en messicoles vraisemblablement du fait d'une moindre rémanence des produits phytosanitaires qui, s'ils sont épandus avant une pluie par exemple, sont rapidement lessivés.

Cela pourrait expliquer que des espèces à large spectre plus ou moins indifférentes à la nature du sol ou caractéristiques des sols méso-eutrophes, comme le bleuet ou la nielle (MEERTS, 1993 ; OLIVEREAU, 1996) se maintiennent mieux dans certains secteurs, où ils restent encore assez communs (sur sols filtrants), que dans d'autres, où ils ont quasiment disparu (sols argileux plus compacts) comme le montre le tableau 6.

Ainsi dans le Haut-Rhin, *Centaurea cyanus* L. se maintient essentiellement dans la Hardt sur des sols caillouteux filtrants (de Dietwiller à Meyenheim), ou sur des sols argilo-limoneux riches en cailloux (plaine entre Thann et Rouffach), tandis que dans le Bas-Rhin, elle se cantonne essentiellement aux régions sablonneuses : Val de Villé, Haguenau, Sélestat, Keskastel, et a disparu des Collines calcaires Sous-vosgiennes et du Kochersberg aux sols plus argileux. De même *Papaver argemone* L. a quasiment disparu des collines calcaires et semble mieux se maintenir sur les sols sablonneux de la plaine.

Tableau 7 : répartition des observations d'espèces réputées indifférentes à la nature du sol selon le type de sol (*non significatif : une seule observation).

Taxons	Argilo-calcaire	Limoneux à argilo-limoneux	Sablonneux et/ou filtrant (riches en cailloux)
<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	33 %	25 %	42 %
<i>Papaver argemone</i> L.	21 %	16 %	63 %
<i>Centaurea cyanus</i> L.	25,33%	18,00%	56,67%
<i>Agrostemma githago</i> L.*	0	0	100 %

➤ Herbicides et sélectivité : l'exemple des dicotylédones dans les champs de colza.

Les champs de colza offrent un refuge à quelques messicoles dicotylédones. Outre les *Geranium* spp., caractéristiques de cette culture, on trouve aujourd'hui beaucoup plus fréquemment *Centaurea cyanus* L. ou *Papaver rhoeas* L. dans le colza que dans les céréales (cf. Annexe 22). Les dicotylédones profitent ici des imperfections de certains désherbants chimiques dont la sélectivité est basée sur des caractères distinctifs entre dicotylédones et monocotylédones (pour lesquels on peut appliquer le même raisonnement dans les céréales). Le tableau 7 donne les fréquences relatives de quelques dicotylédones et graminées dans les céréales et le colza.



Tableau 7 : Fréquence de quelques espèces dans les céréales et le colza. Les pourcentages suivis d'une astérisque (*) sont significativement supérieurs (test du Khi2, significatif à $1.06 \cdot 10^{-6}$ %) cf. Annexe 22 pour plus de détails).

Taxons	Fréquences dans les cultures	
	Colza	Céréales
Graminées		
<i>Bromus secalinus</i> L.	2%	4%
<i>Avena fatua</i> L.	4%	13%*
<i>Apera spica-venti</i>	6%	11%
<i>Alopecurus myosuroides</i> L.	7%	25%*
Dicotylédones		
<i>Anthemis arvensis</i> L.	7%	2%
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	7%	3%
<i>Valerianella ramosa</i> Bast.	7%	1%
<i>Aphanes arvensis</i> L.	9%	3%
<i>Centaurea cyanus</i> L.	39%*	13%
<i>Viola tricolor</i> gr.	50%*	19%
<i>Papaver rhoeas</i> L.	78%*	50%

Figure 8 : Espaces entre cultures de colza et de blé avec notamment *Centaurea cyanus* L. et *Papaver rhoeas* L. (Photo : G. FRIED).

Dans le même esprit, les espaces entre les cultures de céréales et de colza (Figure 8) se montrent encore souvent intéressants (obs. pers.), comme le signalait déjà BARON (1989), puisque la bordure de la céréale ne peut être désherbée sans risque pour le colza voisin.

Le colza étant rarement cultivé en Alsace (moins de 5 000 ha), cette culture reste un refuge très limité pour les messicoles.

Dans certains cas, le maintien des messicoles est donc lié à des pratiques culturales extensives (rotations avec cultures fourragères, jachères, semences de ferme, etc.). Certaines cultures (vignes, colza) apparaissent aussi comme des « cultures refuges » pour certains taxons.

En dernier recours certaines espèces arrivent à trouver refuge dans des milieux de substitution. Cette capacité à se maintenir en dehors des milieux cultivés apparaît comme un « caractère biotique » des espèces en faible régression (cf. 4.1.2.) dans les parcelles cultivées. Quelques rares espèces menacées ont toutefois également réussi à se maintenir dans un milieu naturel adéquat.

4.2.3. Milieux de substitution

Comme le note REDURON (1996), il n'existe pas de vrai refuge naturel pour les messicoles en Alsace. Contrairement aux pays méditerranéens où l'on trouve des espaces naturels ouverts à sols rocaillieux, sablonneux, avec une végétation discontinue majoritairement composée de thérophytes, en milieu tempéré, les terres abandonnées reviennent vite à la friche puis à la forêt. Certaines espèces ont cependant réussi à s'établir avec plus ou moins de succès dans les quelques milieux naturels pionniers que comptent la région.

Ainsi certaines xérophytes calcicoles se sont installées sur les digues du Rhin, qui présentent une formation végétale pionnière sur alluvions calcaires : *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber, *Galeopsis angustifolia* Hoffm., *Stachys annua* (L.) L.. On retrouve sensiblement les mêmes espèces sur les espaces les plus arides et rocaillieux des pelouses sèches calcaires, avec en plus certaines espèces héritées du vignoble proche : *Althaea hirsuta* L., *Crepis pulchra* L., etc.

Si pour la plupart des taxons cette situation reste exceptionnelle, un nombre limité d'entre eux est devenu plus fréquent (voir exclusif : *Galeopsis angustifolia*) dans ses milieux de substitution que dans les champs cultivés (tableau 8). Peut-on alors encore parler de messicoles ?

Tableau 8 : Rapport observations milieux de substitution / milieux cultivées :

Taxons	R	Taxons	R
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm	∞	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	52%
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	350%	<i>Ornithogalum nutans</i> L.	50%
<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	55%	<i>Allium rotundum</i> L.	50%

L'annexe 23 donne la liste complète des milieux de substitutions observés en Alsace avec les taxons correspondants.

4.2.4. Bilan : influence des pratiques culturelles

Historiquement, le tri des semences et les amendements azotés dès la première moitié du XX^{ème} siècle, puis après 1950-1960, le désherbage chimique et les densités élevées de semis sont parmi les principales pratiques culturelles à l'origine de la régression des messicoles. Plus récemment la monoculture du maïs a accentué ce déclin en Alsace.

Dans les rares parcelles encore menées de manière extensive (visiblement sans ou avec peu d'interventions chimiques, avec des densités faibles de semis, etc.) la flore messicole est encore assez riche. Comme nous l'avancions dans nos hypothèses, de telles pratiques culturelles expliquent encore dans certains cas un maintien différencié des messicoles : utilisation de semences de ferme (*Bromus secalinus* L.), maintien de rotations diversifiées incluant cultures fourragères et/ou jachères (*Adonis aestivalis* L.), désherbage mécanique et/ou enherbement en vigne (*Tulipa sylvestris* L.), etc.

Mais dans une région où l'agriculture est devenue aussi intensive, bien souvent le maintien des messicoles s'explique plutôt par un défaut des techniques (sélectivité des herbicides et refuge des dicotylédones dans le colza d'hiver) parfois accentué par un facteur naturel (faible rémanence de l'activité phytocide et refuge des messicoles sur les sols filtrants) que par des pratiques « douces » aujourd'hui quasiment révolues.

4.3. PAR PETITE REGION AGRICOLE (analyse de l'influence des facteurs édapho-climatiques dans le processus de régression).

L'analyse de la flore messicole au niveau des Petites Régions Agricoles (PRA) combinent l'influence des facteurs édapho-climatiques et celles des systèmes de cultures (une succession culturelle associée à un ITK particulier). Ces derniers sont d'ailleurs souvent déterminés (quoique

de moins en moins) par les conditions naturelles, de sorte qu'il est souvent difficile de faire la part des choses (cf. 4.3.1.).

L'analyse des syntaxons à l'échelle des PRA laisse toutefois apparaître beaucoup plus nettement l'influence des conditions naturelles (cf. 4.3.2.).

En outre, l'examen au sein de ces PRA de quelques unes des communes où les données sont proches de l'exhaustivité (communes natales ou de prédilection des grands botanistes de la région : Bouxwiller-lmsheim (BUCHINGER), Balbronn (KAPP), Hirtzfelden (RASTETTER), Haguenau (BILLOT), Illfurth (SCHAEFER), etc., permet d'avoir une idée assez précise de la richesse passée d'une commune, ainsi que des pertes locales engendrées par le phénomène de régression en comparant les données récentes concernant ces mêmes communes. L'Annexe 24 donne les résultats et l'analyse pour quelques communes choisies pour leur représentativité.

4.3.1. La régression au niveau des Petites Régions Agricoles

Historiquement, les régions les plus riches en messicoles correspondaient aux régions les plus anciennement cultivées et toujours à dominante céréalière (cf. 1.2.2. cadre historique) : la Hardt, l'Arrière-Kochersberg, les Collines sous-vosgiennes et, dans une moindre mesure une partie du Sundgau.

D'après les données communales étudiées (en Annexe 24), on devait fréquemment trouver plus d'une quarantaine de messicoles dans une seule commune de ces régions, alors que ce chiffre est aujourd'hui souvent tombé à moins de 10 espèces (voir moins en prenant uniquement en compte les taxons cités historiquement). Il faut aujourd'hui parcourir de nombreux kilomètres pour retrouver 40 messicoles...

En considérant le nombre de taxons les plus menacés en Alsace, la Région sous-vosgienne apparaît comme celle qui conserve aujourd'hui le plus de richesses (tableau 9, figure 9). La présence du vignoble (cf. *supra*) peut expliquer en partie cette meilleure conservation, mais le seul aspect des systèmes de cultures n'explique cependant pas toute les différences.

Petites Régions Agricoles (PRA)	Taxons Catégorie 2a	Taxons Catégorie 2b	Total Espèces les + rares
Sundgau & Jura	1	3	4
Hardt	3	7	10
Hardt sud PCA	2	2	4
Région sous-vosgienne	3	14	17
Kochersberg	0	4	4
Pays de Hanau	0	3	3
Alsace Bossue	0	5	5
Outre Forêt	0	4	4
Rieds	1	2	3
Plaine d'Alsace	0	10	10

Tableau 9 : Nombre de taxons rares par PRA après 1990.

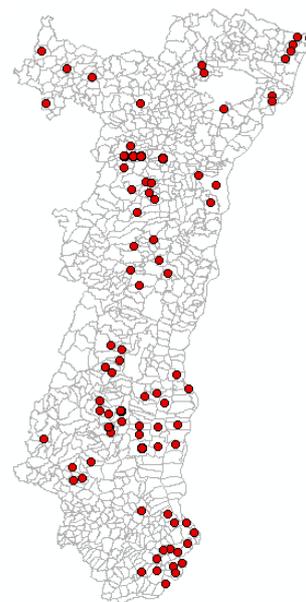


Figure 9 : Répartition des taxons les plus menacés (catégorie 2)

Ainsi la Hardt, aujourd'hui vouée à la maïsiculture la plus intensive de la région, reste l'une des PRA les plus riches (en nombre d'espèces) avec un quantité importante de messicoles menacées, dont 3 parmi les plus rares (tableau 9), tandis que le Kochersberg et le Sundgau, également riches autrefois ne comptent même plus la moitié de ces mêmes taxons (cf. aussi Annexe 24). L'explication serait alors plutôt à rechercher au niveau des conditions naturelles (cf. *infra* : 4.3.2.).

Quoiqu'il en soit, et pour répondre à une de nos hypothèses de départ, **on peut actuellement difficilement parler de secteurs riches en messicoles en Alsace**. Les sites les plus intéressants avec les messicoles les plus rares au niveau national (niveau 1 du Plan Messicole) sont **disséminés** dans l'ensemble de la région (Figure 10, page suivante).

Outre la Région sous-vosgienne et la Hardt déjà citées, les dernières richesses se concentrent aujourd'hui plutôt dans les régions de polyculture-élevage (Alsace Bossue, Pays de Hanau, etc.) où le nombre exceptionnel de stations de brome faux-seigle mérite une attention particulière. Les terres sablonneuses les plus pauvres de Haguenau ou plus au sud en Petite Camargue Alsacienne restent également des régions intéressantes.

4.3.2. Analyse du facteur édapho-climatique.

L'annexe 25 donne la liste des taxons étudiés (élargie à des espèces plus communes pour avoir une meilleure vision d'ensemble) classés selon le type de sol et leur statut. L'examen de ces listes fait ressortir que les espèces les plus menacées sont liées aux milieux extrêmes (moissons calcaires ou moissons siliceuses).

L'analyse du phénomène de régression à l'échelle des syntaxons caractéristiques de types de sol montre l'importance que peuvent jouer les conditions naturelles indépendamment des pratiques agricoles.

4.3.2.1. La disparition du *Caucalido daucoidis-Scandicetum pectinis-veneris* R. Tx. 1937

Les résultats par taxons (4.1.) et l'analyse des « communes types » (Annexe 24) montrent que les xérophytes calcicoles sont particulièrement touchées par la régression (env. 60 % des espèces disparues). D'un point de vue biogéographique, le *Caucalidion platycarpi* (R. Tx. 1950) v. Rochow 1951 atteint presque sa limite d'aire septentrionale en Belgique (MEERTS, 1993) et présente déjà une aire plus fragmentée aux latitudes de l'Alsace. Les conditions les plus favorables au développement de ces taxons se trouvaient, dans la région, très localisées sur les secteurs les plus chauds des Collines calcaires sous-vosgiennes et dans les champs graveleux du diluvium de la Hardt, entre Mulhouse et Neuf-Brisach (cf. 1.2.1. cadre physique et naturel).

Mais au début du XX^{ème} siècle, on trouvait également plusieurs espèces du *Caucalidion platycarpi* sur le calcaire du Jura, le loess des terrasses du Sundgau, du Kochersberg, de l'Outre-Forêt et de l'Alsace Bossue voire sur les sols localement argilo-calcaire des Rieds (Figure 11).

Dans le processus de régression, à intensification des pratiques sensiblement égale, les taxons du *Caucalidion platycarpi* ont d'abord disparu des régions où les conditions édapho-climatiques leur étaient moins favorables (terrasses loessiques aux sols plus profonds).

La figure 11 montre que les dernières observations de ces espèces ont été effectuées dans la Hardt rouge et les Collines Sous-vosgiennes qui ont plusieurs caractéristiques édapho-climatiques communes et favorables à ces taxons : faibles précipitations annuelles inférieures à 600 mm/an, créant des conditions de sécheresses accentuées par des sols calcaires filtrants, une insolation supérieure à la moyenne alsacienne, etc. (cf. 1.2.1.).

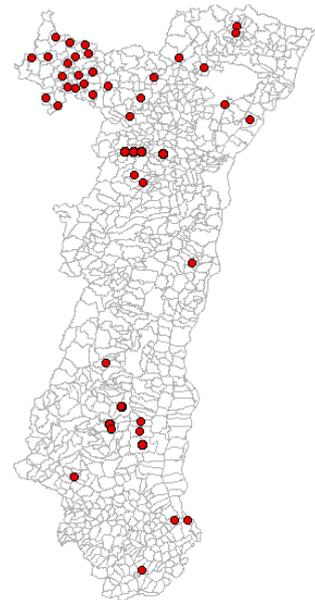


Figure 10 : Répartition des taxons de niveau 1 en Alsace.

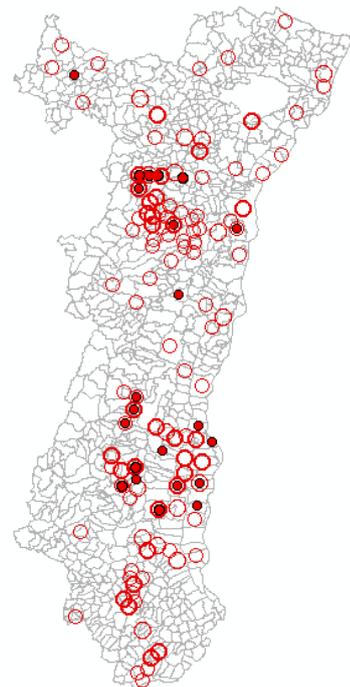


Figure 11 : Carte de répartition de quelques espèces du *Caucalidion platycarpi* en Alsace avant et après 1990.

4.3.2.2. La disparition du *Teesdalia-Arnosseridetum minima* (Malc. 1929) R. Tx. 1937

Au début du XX^{ème} siècle, les espèces des moissons siliceuses étaient répandues dans presque toute la Plaine (figure 12, ci-contre), notamment dans les vallées vosgiennes et le long des cours d'eau (cf. répartitions linéaires, figure 12), dans les régions sablonneuses de Sélestat, Brumath, Haguenau et Wissembourg mais aussi, avec des communautés moins complètes, sur des terres plus limoneuses dans le sud-ouest du Sundgau.

A l'instar de ce qu'on observe pour les espèces calcicoles, la régression s'est d'abord effectuée sur les terres les plus limoneuses (Sundgau) et aujourd'hui les taxons des moissons siliceuses sont disséminés sur les sables les plus pauvres de la plaine : à Haguenau, à Brumath, à Keskastel, au nord de Sélestat, dans les Vosges, etc.

4.3.3. Bilan : influence des conditions naturelles.

Les deux exemples développés ci-dessus montrent bien l'influence des facteurs naturels qui semblent prédominants dans la dernière phase de régression des taxons un peu de manière symétrique à ce qui se passe lors de la naturalisation d'une néophyte (MAILLET, 1993).

Indépendamment des pratiques, les espèces thermophiles les plus caractéristiques des moissons calcaires disparaissent en dernier lieu des secteurs les plus arides et/ou aux sols les plus graveleux (Hardt, Collines sous-vosgiennes); celles des moissons siliceuses se maintiennent encore sur les sols sablonneux les plus pauvres.

L'influence des facteurs naturels est donc bien réelle comme nous le supposions initialement. Celle-ci n'est toutefois jamais véritablement indépendante des pratiques culturales. Si les taxons caractéristiques des milieux extrêmes (calcaire ou silice) disparaissent d'abord des sols les plus profonds, c'est aussi parce que ces sols permettent une meilleure intensification de l'agriculture ou *a contrario* parce que les terres les plus ingrates sont les plus difficilement améliorables.

L'avenir de ces espèces semble cependant incertain dans ces derniers refuges. Ainsi, avec la pression de l'agriculture intensive, la « petite agriculture » sur les champs des sols sablonneux les plus pauvres risque d'être abandonnée ou sacrifiée pour l'urbanisation en périphérie des villes (comme cela est déjà le cas à Haguenau...). Concernant les terres graveleuses de la Hardt, les champs les plus incultes sont en jachères depuis 1992, la plupart étant déjà à l'état de friche (*Arrhenaterion elatioris*). Parallèlement dans le vignoble, les apports azotés excessifs ont été néfastes pour ces espèces bien souvent oligotrophes.

4.4. BILAN GENERAL : L'EVOLUTION DE LA FLORE MESSICOLE EN ALSACE

Quelques messicoles ubiquistes, nitrophiles ou à forte dynamique (productions et durée de vie des semences élevées), capables de coloniser divers types de milieux cultivés se maintiennent bien. Les messicoles *sensu stricto* sont en revanche beaucoup plus touchées.

Les pratiques culturales comme le tri des semences ou l'apport excessif d'engrais dès avant 1950, puis le désherbage chimique et les densités de semis de plus en plus élevées ont été en Alsace comme ailleurs responsables du déclin de ces espèces. A l'instar du reste de la moitié nord de la France, la région a vu disparaître précocement les espèces

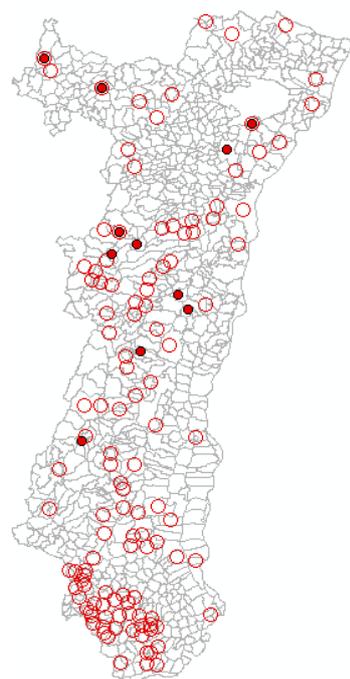


Figure 12 : Carte de répartition de quelques espèces du *Teesdalia-Arnosseridetum minima* en Alsace avant et après 1990.

subméditerranéennes calcicoles. Un facteur aggravant considérablement la situation est la prédominance de la monoculture du maïs depuis les années 1980.

La situation est moins dramatique dans le vignoble du fait de pratiques plus diversifiées (désherbage mécanique notamment). Si quelques dicotylédones ont trouvé refuge dans le colza, les jachères de la PAC ou les cultures fourragères, ces situations restent marginales comme les possibilités d'élire habitat dans des milieux naturels ouverts trop rares en Alsace.

Sauf exception (Alsace Bossue et plus ponctuellement parcelles avec pratiques extensives), les régions aujourd'hui les plus riches en messicoles (Hardt, Collines Sous-vosgiennes) le doivent aujourd'hui vraisemblablement plus aux facteurs naturels (maintien de quelques xérophytes calcicoles) qu'au maintien de pratiques traditionnelles.

L'annexe 26 propose en guise de résumé, un modèle historique de l'évolution de la flore messicole en Alsace construit d'après nos résultats. L'annexe 27 donne un extrait de l'Atlas écologique et floristique (FRIED, 2004, à paraître), fiche de synthèse réalisée pour le 92 taxons étudiés à partir du présent travail.

5. PROPOSITIONS D' ACTIONS

Compte tenu des résultats obtenus lors des prospections de 2004 (quasi-extinction de la flore messicole), la sauvegarde de ce patrimoine nécessite une intervention urgente comme le suggérait déjà REDURON (1996). D'autant que ces mêmes prospections montrent qu'il est encore temps d'agir.

Deux pratiques permettent généralement la sauvegarde des espèces menacées : la conservation *in situ* (conservation en nature) et la conservation *ex situ* (conservation des végétaux hors du site naturel, en centre de conservation). Avant d'aborder ces deux points, rappelons qu'il existe des arrêtés ministériels s'appliquant aux niveaux national (ANONYME, 1982) et régional (ANONYME, 1993) fixant des listes d'espèces végétales protégées par la loi. Ces listes comptent plusieurs messicoles (cf. *infra*).

5.1. PLAN REGLEMENTAIRE

La philosophie de la loi relative à la protection de la nature (loi du 10 juillet 1976) et des arrêtés de protection des espèces végétales (arrêté du 20 janvier 1982, modifié par l'arrêté du 1995) est la suivante, les activités humaines menaçant des espèces doivent être interdites ou strictement réglementés (GALLAND, 1993) :

« Article premier. - Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, sont interdits, en tout temps et sur tout le territoire métropolitain, la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou , l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces citées à l'annexe I du présent arrêté. »

Or en France comme dans de nombreux pays européens, la réglementation exclut expressément du champ de la loi, l'activité agricole :

« Toutefois, les interdictions de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage, ne sont applicables aux opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées. »

La loi ne permet donc pas de protéger efficacement les messicoles *sensu stricto* qui sont justement liées aux parcelles cultivées. Pourtant, certains taxons figurent sur les listes de plantes protégées nationales ou régionales (tableau 10, p. 52).

La justification de l'inclusion de messicoles dans les listes d'espèces protégées, réside dans la possibilité de rencontrer ces espèces en dehors des parcelles cultivées : en bords de chemins, sur des talus, etc. Comme le note GALLAND (1993), cela est plus ou moins probable selon les messicoles (cf. aussi 4.2.3. milieu de substitution et Annexe 23).

Tableau 10 : Liste des taxons protégés au niveau national ou régionale en Alsace et état des populations.

Taxons	Statut de Protection		Etat des populations
	Nationale	Régionale	
<i>Adonis aestivalis</i> L.		X	6 stations
<i>Adonis flammea</i> Jacq.		X	Disparu
<i>Agrostemma githago</i> L.		X	2 stations
<i>Asperula arvensis</i> L.		X	1 station
<i>Bromus secalinus</i> L.		X	AC, Localisé
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]		X	Disparu
<i>Euphorbia falcata</i> L.		X	Disparu
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	X		8 stations
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	X		AC, Localisé
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delarbre		X	Disparu
<i>Myosorus minimus</i> L.		X	Disséminé
<i>Nigella arvensis</i> L.		X	1 station
<i>Ornithogalum nutans</i> L.		X	5 stations
<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil.		X	Disparu
<i>Tulipa sylvestris</i> L. ssp. <i>sylvestris</i>	X		AC, Localisé

Si un nombre non négligeable de messicoles figure sur l'arrêté de protection régionale, autant utiliser toutes les possibilités qu'offre cet arrêté afin qu'il ne reste pas une simple liste au fond d'un tiroir.

Deux cas développés en Annexe 27 méritent une attention particulière en Alsace :

- *Adonis aestivalis* L., présent sur le talus des routes départementales RD 883 (Jetterswiller - 67) et RD 112 (Zehnacker - 67) ;
- *Ornithogalum nutans* L., présent en Forêt communale d'Issenheim (Issenheim - 68).

Mis à part ces cas exceptionnels ou des actions pourraient fortement être envisagées, il faut reconnaître, comme le résume bien GALLAND (1993), que « les mesures juridiques ne sont pas la meilleure réponse aux problèmes posés par la conservation des messicoles à long terme ». A cet égard, l'état des populations légalement protégées (cf. tableau 10) ne trompe pas.

D'autant que, même si l'on vise ici la conservation d'espèces, il est quand même dommage que celle-ci se concrétise en dehors du milieu naturel de ces espèces : dans les exemples traités : le champs de céréales pour l'adonis d'été ou les vignes pour l'ornithogale penché. D'autres solutions doivent donc être envisagées.

5.2. CONSERVATION EX SITU :

L'éthique de la conservation *ex situ* implique que celle-ci ne s'applique que lorsqu'une espèce est réellement menacée de disparition en raison soit de la disparition de son biotope ou de modifications de ce milieu défavorables à son maintien (REDURON, 2002). La plupart des messicoles étudiées ici présente ce cas de figure.

Pour certains taxons la situation est réellement urgente. Le Plan National pour la Conservation des Plantes Messicoles (ABOUCAÏA *et al.*, 2000) prévoit d'avoir pour toutes les espèces de niveau 1 (cf. Annexe 2) encore existantes, un minimum de lots de semences en conservation optimale dans chaque région. Au niveau régional on peut étendre cette mesure aux espèces des catégories 1 et 2 (cf. Annexe 15). Compte tenu du faible nombre de stations encore connues et de leurs disparitions vraisemblablement imminentes, la conservation *ex situ* semble la seule appropriée dans un premier temps (REDURON, 1996).

Ces actions ont deux objectifs comme le rappelle REDURON (1996) : placer des semences en conservation longue au froid et, cultiver et multiplier les espèces pour obtenir des stocks de graines plus importants.

Dans cette optique, les semences de quelques taxons ont déjà été récoltées au cours des prospections de 2004 (cf. tableau 11 ci-dessous). Par ailleurs, les coordonnées précises de la

localisation de chaque taxon ont été notées afin que les récoltes puissent s'effectuer dès l'an prochain par les personnels du nouveau Conservatoire Botanique Régional d'Alsace.

Tableau 11 : Taxons dont les semences ont été récoltées.

Date et lieu de la récolte	Taxons	Statut
15/07/2004 - Singrsit (67)	<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>aestivalis</i>	Protection Régionale Alsace LRA
07/07/2004 - Haguenau (67)	<i>Agrostemma githago</i> L.	Protection Régionale Alsace ; LRA
07/07/2004 - Imbsheim (67)	<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	LRA
04/2004 - Ensisheim (68)	<i>Myosurus minimus</i> L.	Protection Régionale Alsace ; LRA

Si la priorité concerne les espèces les plus menacées à court terme (catégorie 1 et 2), il n'est pas inutile d'envisager à moyen terme la collecte des semences des taxons de catégorie 3 qui restent à un niveau élevé de menace. A défaut des actions de surveillance devront être engagées par le Conservatoire Botanique régional pour cette catégorie de taxons.

La conservation *ex situ* n'est cependant pas un but en soi mais le préalable à une réintroduction lorsque des conditions plus favorables le permettront à nouveau (REDURON, 1996).

5.3. CONSERVATIONS *IN SITU* :

La conservation *in situ* des messicoles peut prendre plusieurs formes (cf. *infra*) l'objectif étant de trouver un système pérenne pour le maintien de ces espèces (REDURON, 1996).

L'état de régression avancé de la flore messicole alsacienne fait qu'il ne reste pas beaucoup de secteurs réellement plus riches que d'autres et les sites sont souvent disséminés dans toute la région regroupant rarement plusieurs espèces rares, rendant d'autant plus difficiles les actions de conservations (cf. 4.3.).

5.3.1. Sites où la maîtrise foncière est assurée

Les cas où les espèces se localisent au sein d'espaces naturels protégés ou gérés sont les plus simples. Ils concernent cependant un nombre limité d'espèces en Alsace.

- *Ornithogalum nutans* L., Bollenberg (Rouffach-68) et Eiblenacker (Réguisheim-68).

Ornithogalum nutans L. est présente sur le site du Bollenberg (Rouffach) classé par un Arrêté Préfectoral de Protection du Biotope (A.P.P.B.) et inscrit sur le réseau Natura 2000. Le Conservatoire des Sites Alsaciens (CSA) gère la partie du site où l'espèce est présente. Autrefois connue dans les vignes alentours (WALTER, n.d. [1950]), il s'agit vraisemblablement d'une localité refuge.

Cette même espèce est présente sur un pré du site de l'Eiblenacker à Réguisheim (68), Réserve Naturelle Volontaire Agréé, propriété de la commune et co-géré avec le CSA qui a intégré la préservation de l'espèce dans le plan de gestion du site.

- *Myosurus minimus* L., Les Octrois (Ensisheim-68).

Le CSA gère depuis 2 ans une ancienne parcelle de maïs où se maintenait *Myosurus minimus* L. dans le cadre d'une convention de 6 ans, renouvelable avec EDF/GDF, propriétaire du site. Parallèlement, des semences ont été récoltées par le Conservatoire Botanique de la Ville de Mulhouse afin d'étudier *ex situ* la biologie de l'espèce. Le plan de gestion conservatoire est en cours de rédaction et en attente de validation par le conseil scientifique. Il prévoit la mise en place sur la parcelle d'une partie expérimentale. Un secteur sera laissé à l'évolution naturelle afin d'étudier la compétitivité de l'espèce et ses capacités de maintien dans un espace en cours d'« enrichissement ». Une autre partie devrait être labourée superficiellement et ensemencée à la

main d'une ancienne variété de blé. Avant toute introduction d'autres messicoles (éventuellement envisageable dans le prochain plan de gestion), des relevés réguliers seront effectués afin de mesurer tout le potentiel de la banque de semences du sol.

5.3.2. Renforcement de populations

Certains sites présentent encore des phytocénoses ségétales bien conservées : site à *Agrostemma githago* L. et *Arnoseria minima* (L.), etc. (Haguenau-67) ; site à *Adonis aestivalis* L., *Consolida regalis* S.F. Gray (Singsit-67) ; site à *Adonis aestivalis* L., *Consolida regalis* S.F. Gray, *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix, *Lithospermum arvense* L., etc. (Rouffach/Bergholtz-68), etc. L'annexe 28 présente plus en détails chacune de ces stations.

Dans ces sites encore riches où la maîtrise foncière n'est pas assurée, il est urgent que le nouveau Conservatoire Botanique régional mène des actions *in situ*.

L'objectif est, dans un premier temps, de récupérer les semences des taxons les plus menacés, afin qu'ultérieurement, si d'éventuels renforcements de populations s'avèreraient nécessaires, les semences proviennent de ces mêmes sites. Parallèlement, l'identification de l'agriculteur et une prise de contact rapide s'avère indispensable. Une enquête sur l'historique de la parcelle et les pratiques culturales associées devra être menée. Il faudra ensuite réfléchir avec l'agriculteur dans quelles conditions le maintien des messicoles est possible sur ses parcelles (cf. 5.3.4.2.).

5.3.3. Réintroduction

A défaut de pouvoir maintenir des sites en l'état, des réintroductions dans des localités autrefois riches pourraient être envisagées. Le Conservatoire des Sites Alsaciens (CSA) mène une vaste politique de récupération de terres arables (généralement d'anciennes parcelles de maïs) afin de les reconverter selon la région et le biotope naturel initial ou environnant, en prairies, forêt alluviale, etc.. Dans les secteurs céréaliers autrefois riches en messicoles (Hardt, Arrière-Kochersberg, etc.) le même genre d'opération pourrait être mené dans le but de réintroduire des messicoles (GRANDET, com. orale).

Une autre possibilité est envisageable avec les fédérations départementales de chasseurs. Dans le cadre des jachères environnement faune sauvage (JEFS) déjà existantes, des parcelles menées extensivement (avec réintroduction d'espèces messicoles) et récoltées tardivement (pour le gibier) pourraient être financées pour partie par les fédérations de chasseurs et par les pouvoirs publics.

Les localités historiquement riches ne manquent pas dans la région (dans la Hardt, à Hirtzfelden par exemple). Il pourrait être le lieu de réintroduction de plusieurs espèces en se référant strictement aux données anciennes compilées dans la base « MESSICOLES ».

Dans tous les cas, la sauvegarde à long terme des messicoles ne pourra se faire que difficilement sans qu'y adhèrent les agriculteurs (MONTEGUT, 1993). Le point suivant donne donc quelques pistes plus concrètes dans ce sens.

5.3.4. Préconisations concrètes pour le maintien des messicoles en Alsace.

D'après notre modèle d'hypothèses sur l'évolution de la flore messicole en Alsace (Annexe 26), nous pouvons proposer plusieurs pratiques *a priori* favorable aux messicoles, tant au niveau des systèmes de culture (5.3.5.1.) que de l'ITK (5.3.5.2.).

5.3.4.1. Réorientations générales de l'agriculture en Alsace.

Nous avons montré que la monoculture de maïs est un facteur aggravant le déclin des messicoles en Alsace. Dans le cadre de la décentralisation et du projet pilote de régionalisation des aides agricoles mené par la région Alsace, il conviendrait donc de conduire une politique volontaire de soutien à une agriculture plus diversifiée. Ainsi, à l'instar des aides du Conseil Régional d'Alsace à l'agriculture biologique, la région pourrait mettre en place un dispositif plus étendu, visant à réduire la suprématie du maïs par des incitations financières à des **rotations**

plus diverses, comprenant **céréales d'hiver, colza, etc. et incluant des jachères**. La présence de la chrysomèle du maïs dans la région de Saint-Louis depuis 2003 donne l'occasion ou jamais de tester et réhabiliter diverses rotations longues et d'envisager une autre voie que celle de la monoculture du maïs.

De même, il est primordial de soutenir le **maintien de l'élevage**, les cultures pour le bétail restant souvent comme nous l'avons montré les dernières parcelles compatibles avec la présence non gênantes de messicoles, voire où l'utilisation de semences de ferme permet le maintien de certains taxons (*Bromus secalinus* L.).

5.3.4.2. Mesures agro-environnementales spécifiques aux messicoles.

A ces réorientations générales qui ne peuvent qu'être bénéfiques aux messicoles, des mesures plus ponctuelles pourraient s'appliquer localement, en priorité dans les sites encore riches (cf. 5.3.2. et sites décrits en Annexe 29).

Selon la richesse du site, mais aussi en tenant compte des possibilités des agriculteurs, toutes ou parties des modalités suivantes pourraient s'appliquer.

En grandes cultures :

- **densités faibles de semis,**
- **absence d'amendements ou amendements faibles (au moins sur les bordures),**
- **absence de traitements chimiques (au moins sur les bordures),**
- **utilisation de semences de ferme.**

En vignes :

- **enherbement naturel (flore spontanée) et non artificiel (gazon),**
- **limiter le désherbage aux espèces réellement nuisibles (liserons, amarante)**
- **privilégier le désherbage mécanique,**
- **travail du sol superficiel.**

Dans tous les cas, les pertes de rendement occasionnées pourraient être dédommagées dans le cadre de mesures agro-environnementales (MAE). Les CTE (Contrat Territorial d'Exploitation) mis en place entre 1999 et 2002 en Alsace incluaient déjà des mesures permettant plus ou moins de préserver les marges des cultures (cf. Annexe 30). Si en Alsace, les Contrats d'Agriculture Durable (CAD) se limitent pour l'instant à la reconduction des anciennes MAE, dans certaines régions, des mesures plus clairement en faveur des messicoles ont été retenues dans parmi les propositions pour ces nouveaux contrats (exemple en Languedoc-Roussillon, cf. Annexe 30).

De même, dans le cadre du grand projet de « trames vertes » lancé par Alsace Nature⁴ (constitution d'un réseau de haies (assurant le rôle de corridors écologiques) pour relier divers écosystèmes : cours d'eau, massifs forestiers), soutenu par le Conseil Régional d'Alsace, les agriculteurs participant à sa mise en place pourraient également « oublier » de traiter les marges de leurs cultures adjacentes à ces haies (OLIVEREAU, 1996 ; REDURON, 1996). Cela permettrait la survie de quelques messicoles comme le bleuet et rendraient possibles des échanges génétiques entre les populations des lisières (écotones) et des champs.

Mais de telles mesures sont généralement assez coûteuses et ne permettront pas de s'appliquer dans l'ensemble des situations de la région... En effet, il faut bien avouer que l'on arrive dans certains cas à des pratiques artificielles où l'agriculteur est en quelque sorte payé pour **cultiver** des messicoles qui perdent quelque peu leurs caractères naturels (TERRASSON, 2003). Plus que des actions ponctuelles, il faut donc mener une réflexion d'ensemble permettant le maintien des messicoles à un niveau de faible nuisance culturelle (OLIVEREAU, 1996). Nous sommes aujourd'hui à un tournant de l'histoire des messicoles entre la régression massive et un renouveau possible à l'heure où l'utilisation abusive des herbicides est de plus en plus mis à l'index (rapport de l'IFEN sur la pollution des cours d'eau, rapport de l'AFSSA sur les répercussions

⁴ Association fédérative régionale de protection de la nature en Alsace.

sur la santé, etc.). Encore faut-il pouvoir sensibiliser voire rééduquer le monde agricole en conséquence...

5.4. SENSIBILISATIONS

Les actions de sensibilisations doivent concerner un public large et diversifié.

➤ Du monde agricole.

Il y a un travail psychologique et éducatif à mener dans le monde agricole (JAUZEIN, 2002b) où les agriculteurs comparent encore trop souvent leurs valeurs techniques à la propreté de leurs parcelles. Cette fierté ajoutée au souci continu de faire de bons rendements incite l'agriculteur à traiter quasi-systématiquement ses parcelles sans forcément réfléchir aux coûts de ces traitements (économique mais aussi environnemental...), donc à leurs intérêts et à la marge économique dégagée.

La prise en considération du seuil de nuisibilité économique (ou seuil de rentabilité = niveau de population d'un ennemi de la culture au-delà duquel le coût de la lutte que l'on devra mener contre lui sera inférieur au coût des dégâts qu'il causerait) permettrait de ne pas effectuer de traitements lorsque les populations d'adventices sont faibles. Le rôle des conseillers agricoles (techniciens des Chambres d'Agricultures) est ici primordial.

➤ Des botanistes.

Les champs sont encore trop méconnus des botanistes. Fort des nombreuses redécouvertes voire de certaines découvertes, ce travail rappelle tout l'intérêt des prospections systématiques pour une meilleure définition du statut des espèces rares ou présumées disparues (BOTTE, 1989). Une vision optimiste de la situation serait d'affirmer que la durée limitée des prospections dans le temps et dans l'espace n'a peut-être pas permis de révéler tous les secteurs encore riches.

Il serait donc intéressant que les botanistes de la S.B.A. fréquentent de manière plus systématique les parcelles cultivées afin, d'une part de suivre l'évolution des stations intéressantes récemment découvertes et, d'autre part, de poursuivre les prospections dans les secteurs sous-prospectés jusqu'à aujourd'hui mais visiblement prometteurs (Alsace Bossue, zones de polyculture-élevage, etc.).

➤ Du grand public.

Enfin, le grand public ne doit pas être tenu à l'écart de la problématique de conservation des messicoles alors que beaucoup de citoyens aspirent à un environnement préservé.

A l'heure où la flore messicole caractéristique est en voie d'extinction, on voit de plus en plus fleurir des « champs de messicoles » sur certains talus de routes, dans des opérations dites de « revégétalisations », ou dans le cadre d'aménagement urbain, comme ce printemps à Strasbourg. Si cela montre quelque part l'attachement populaire aux fleurs des champs, il ne faudrait pas que la population se contente d'*ersatz*, comme cela est bien trop souvent le cas en matière de nature... (JAUZEIN, 2002b).

Il est donc urgent d'éduquer le grand public. Des parcelles pédagogiques pourraient voir le jour. De ce point de vue, la région ne manque pas de sites potentiels :

- dans les musées faisant revivre le folklore d'antan : Ecomusée dans le Haut-Rhin, Maison Rurale de l'Outre-Forêt dans le Bas-Rhin, où les messicoles pourraient être cultivées avec d'anciennes variétés de céréales ;

- dans les jardins botaniques et dans certains parcs qui pourraient prévoir un emplacement spécial pour ces espèces ;

- etc..

Ainsi informé, le consommateur pourra exiger une agriculture de qualité respectant l'environnement et permettant la coexistence de la flore messicole et des plantes cultivées. A ce titre, un label local associant des productions alimentaires à l'image du maintien des messicoles, forcément signe de pratiques plus « douces » pour l'environnement (ABOUCAYA *et al.*, 2000) pourrait voir le jour. Certains viticulteurs biologiques ont d'ailleurs déjà mis cette idée en pratique en accolant sur l'étiquette des bouteilles de vin une photo de tulipe...

CONCLUSION

Notre travail a essentiellement été limité par le manque de temps et de moyens humains. Il est impossible pour une seule personne de couvrir tout le territoire de l'Alsace pendant 5 mois et cela à différentes périodes. Nous regrettons particulièrement que les espèces post-messicoles n'ont peu (pour les plus précoces de juillet) ou pas (pour les tardives d'août-septembre) pu être prises en compte correctement.

Le travail aurait également pris une toute autre ampleur s'il avait été complété par des enquêtes auprès des agriculteurs et si les sites avaient pu être suivis sur plusieurs années. Ainsi notre modèle d'évolution de la flore messicole en Alsace, qui repose aujourd'hui principalement sur des hypothèses, reste améliorable. Pour cela, la gamme des pratiques culturales existante en Alsace devrait être analysée et croisée avec la richesse correspondante en messicoles, afin de tester les hypothèses ici dégagées. Par ailleurs, une analyse des systèmes d'acteurs du monde agricole alsacien aurait été nécessaire pour proposer des solutions de conservation plus durable. Une telle analyse permettrait en effet de mieux comprendre la persistance de pratiques favorables aux messicoles dans certains secteurs (ou *a contrario* de comprendre pourquoi des types d'agricultures moins intensifs ne sont plus possibles dans d'autres régions).

Les prospections systématiques ont toutefois permis de préciser le statut de nombreuses espèces (distinction de 4 catégories de menaces) et de dégager les espèces les plus menacées. Ce travail a notamment permis de retrouver quelques espèces présumées disparues ou en danger ou encore de retrouver des espèces dans des stations parfois plus de 50 ans après leurs dernières signalisations !

Ainsi ont été découvertes : 4 nouvelles stations de *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix (espèce présumée disparue sur la Liste Rouge d'Alsace !), 2 nouvelles stations de *Galium tricornutum* Dandy (contre 2 observations ces 12 dernières années !), 2 nouvelles stations de *Valerianella dentata* (L.) Pollich (BERCHTOLD, com. oral., non revu depuis 1960), 1 nouvelle station de *Camelina sativa* (L.) Crantz (TINGUY, com. oral.), 3 stations historiques d'*Adonis aestivalis* (non signalées dans ces sites depuis 1950), de nombreuses stations non connues de *Bromus secalinus* L., *Lithospermum arvense* L., *Ranunculus arvensis* L., etc.

Cela illustre bien le phénomène de sous-prospection des zones cultivées. Cela pourrait aussi conduire à penser que la régression des messicoles est moins catastrophique qu'on ne l'imagine. Mais peut-être avons nous aussi bénéficié des conséquences de la sécheresse de l'année 2003, très favorable aux thérophytes annuelles en 2004 (ROYER, J.-M., com. oral.).

La joie éphémère que procure ces quelques découvertes ne doit donc pas tromper (JAUZEIN, 2002b) : la flore messicole caractéristique (les archéophytes) est sur le point de disparaître en Alsace comme le prédisait déjà REDURON (1996). La régression des messicoles se manifeste comme ailleurs par une quadruple marginalisation :

- à l'échelle du territoire (4.1.1.1. et 4.1.1.2.) : régression généralisée et répartition de plus en plus disséminée puis localisée (à quelques parcelles plus ou moins extensives) ;
- à l'échelle des phytocénoses : disparition des espèces caractéristiques (4.3.2.) ;
- à l'échelle de la parcelle (4.1.1.3. et 4.1.1.4.) : chute de l'abondance et rejet en bordures et dans les fourrières ;
- à l'échelle temporelle : longues périodes d'éclipses entrecoupées d'apparitions fugaces dès que les conditions le permettent (4.2.2.2.3).

Certes, il faut nuancer la disparition ou la quasi-extinction d'un grand nombre d'espèces (catégorie 1 et 2a). La grande majorité de ces taxons (84 %) étaient déjà rares au XIX^{ème} siècle (KIRSCHLEGER, 1870) et semble toujours l'avoir été. Dans cette catégorie, plus d'un cinquième (21 %) sont en fait des néophytes en Alsace, introduites à la fin du XIX^{ème} ou au courant du XX^{ème} siècle, jamais véritablement naturalisées en Alsace : *Bifora radians* M. Bieb., *Vaccaria hispanica* (Miller) Rauschert, etc. Faut-il verser une larme pour ces espèces comme s'interroge JAUZEIN (2002b) ? Peut-être pas...

Reste la perte d'espèces plus patrimoniales, non pas endémiques mais en limite d'aire, qui illustraient la position de carrefour géographique de l'Alsace. Plus des deux tiers des espèces disparues (71 %) sont des méditerranéennes atlantiques (*Chrysanthemum segetum* L., *Spergularia segetalis* (L.) G. Don fil), des méditerranéennes ou subméditerranéennes (*Caucalis*

platycarpus L. [1753], *Orlaya grandiflora* (L.) Hoffm.), ou encore des continentales (*Neslia paniculata* (L.) Desv., *Androsace maxima* L.), qui approchaient souvent de leur limite d'aire en Alsace. La présence commune de ces espèces en Alsace, témoignaient de la jonction des courants danubiens et méditerranéens (JAUZEIN, 2002a). Au-delà du patrimoine proprement naturel, c'est donc un pan de l'histoire « agri-culturel » qui est en train de disparaître.

Quelques sites encore riches permettraient de conserver des témoins de la richesse de la flore messicole du passé. Des solutions de conservations ne manquent pas (*ex situ* dans un premier temps puis *in situ*) dans la région à l'heure de la naissance d'un Conservatoire Botanique régional. Reste le nécessaire soutien d'une volonté politique forte capable de réorienter l'agriculture vers une meilleure cohabitation avec la nature en général et la flore messicole en particulier, au cœur même s'il en est, des relations entre agriculture et nature...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ABOUCAAYA, A., JAUZEIN, P., VINCIGUERRA, L., VIREVAIRE, M., 2000. *Plan National d'Action pour la conservation des plantes messicoles. Rapport final*. Ed. Direction de la Nature et des Paysages, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, 1-50 + annexes.

AGRESTE, 1990. Productions de céréales en Alsace, année 1990 in « *Statistique agricole annuelle* », SRSA Lorraine-Alsace, 1.

AGRESTE, 1998. Les composantes de la production agricole en Alsace. *Agreste Vision Lorraine-Alsace*, 22 : 1-4.

AGRESTE, 2000. Productions de céréales en Alsace, année 2000 in « *Statistique agricole annuelle* », SRSA Lorraine-Alsace, 1.

AGRESTE, 2000. Recensement Agricole 2000. Les principaux résultats, in « *Agreste Vision* », Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 32 :1-27.

AGRESTE, 2003. Résultats 2002. *Agreste Alsace 2003*. DRAF Alsace. Service Régional de Statistique Agricole. Régions Lorraine-Alsace, 23 : 1-97.

ANONYME, 1953. Statistique agricole annuelle, 1950. Service d'études et de documentation. Ministère de l'Agriculture, Paris : 39-51.

ANONYME, 1960. Statistique agricole annuelle, 1960. Service d'études et de documentation. Ministère de l'Agriculture, Paris : 24-46.

ANONYME, 1971. Statistique agricole annuelle, Résultats de 1970. Service d'études et de documentation. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Paris, 2 : 39-51

ANONYME, 1981. Annuaire 1981 de statistique agricole. Résultats de 1980. Service central des enquêtes et des études statistiques. Ministère de l'Agriculture, Paris, 2 : 39-51

ANONYME, 1982. *Liste des espèces végétales protégées sur le territoire nationale*. Arrêté du 20 janvier 1982 (JONC du 13 mai 1982) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire, modifié par : Arrêté du 15 septembre 1982 (JONC 14 décembre 1982) Arrêté du 31 août 1995 (JO 17 octobre 1995).

ANONYME, 1993. *Liste des espèces végétales protégées en Région Alsace*. Arrêté ministériel du 28 juin 1993.

ANONYME, 2003. La cameline. La plante « assomoir ». *Techniques culturales simplifiées*, 25 : 5.

AYMONIN, G., 1962. Les messicoles vont-elles disparaître ?, *Science et Nature*, 49, 3-9.

BARDAT, J., BIRET, F., BOTINEAU, M., BOULLET, V., DELPECH, R., GEHU, J.-M., HAURY, J., LACOSTE, A., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., ROUX, G. & TOUFFET, J., 2004. *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 1-171. (Patrimoines naturels, 61).

BARON, Y., 1989. *Eléments pour un bilan de la flore messicole en Poitou-Charentes*. Actes du colloque de Brest «Plantes sauvages menacées ». : 79-85. Ed. BRG.

BARON, Y., 1993. *La régression des plantes messicoles dans la région Poitou-Charentes*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 75-84. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

BONNIER, G., DE LAYENS, G., 1894. *Flore complète portative de la France et de la Suisse*. Lib. Gén. Ens. rééd 1986.

BOURNERIAS, M., ARNAL, G., BOCK, C., 2001. *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. Editions Belin, Paris, 1-642.

BOTTE, F., 1989. *Intérêt de la prospection floristique et écologique systématique pour une meilleure définition du statut des plantes endémiques rares ou protégées : l'exemple d'*Allium scaberrimum* Serres*. Actes du Colloque de Brest « Plantes sauvages menacées » : 411-413. Ed. BRG.

BOTTE, F., 1993. *Les espèces adventices des cultures et messicoles du Val de Loire – Bilan*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 241-254. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

CAMBORNAC, M., 1993. « *Les bonnes mauvaises herbes* ». Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 153-158. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

CHAUVEL, B., & GASQUEZ, J., 1993. *Le coquelicot est-il le symbole du naturel ?* Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 237. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

CHICOUENE, D., 1993. *La régression des mauvaises herbes en Bretagne et leurs causes*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 85-92. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

CHIFFAUT, A., VAUCOULON, P., 2004. « Les plateaux et les côtes calcaires » in *La Bourgogne, paysages naturels, faune et flore*. Delachaux et Niestlé, Coll. La bibliothèque du naturaliste, Paris : 42.

COSTE, H., 1906. *Flore descriptive et illustrée de la France*. A. Blanchard Ed. 3vol. rééd 1990.

FABRI, R., 1993. *Ombellifères messicoles et adventices en Belgique : disparitions, régressions et nouvelles acquisitions depuis 1850*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 57-66. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

FILOSA, D. 1993. *La régression des messicoles dans le sud-est de la France*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 67-74. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

FOURNIER, P., 1936. *Les quatre flores de la France*. éd. Lechevalier, Paris.

FRANÇOIS, L., 1943. *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés*. Publication des stations et laboratoires de recherches agronomiques : 1-10.

FRIED, G., 2004, à paraître. *La flore messicole en Alsace. Atlas écologique et floristique de 92 taxons*. Société Botanique d'Alsace, Strasbourg, 1-125.

GASQUEZ, J., 1993. *Variabilité et évolution génétique chez les adventices*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 147-148. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

GUENDE, G., et OLIVIER, L., 1993. *Les mesures de sauvegardes et de gestion des plantes messicoles du Parc Naturel Régional du Lubéron*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 179-187. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

GUILBOT, R., et COUTIN, R., 1993. *Insectes et plantes messicoles*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 167-174. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

GUILLERM, n.d., Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes.

- HANF, M., 1999. *Ackerunkräuter Europas (mit ihrem Keimlingen und Samen)*. Verlags Union Agrar, München, 4 : 1-496.
- HOSY, C., 1995. Pour un équilibre retrouvé entre l'agriculture et la nature. In *Alsace Nature Infos*, « *Agriculture et Nature* », 22 : 13-27.
- ISSLER, E., LOYSON, E., WALTER, E., 1965. *Flore d'Alsace. Plaine rhénane, Vosges et Sundgau*. Société d'étude de la flore d'Alsace, Institut de Botanique, Strasbourg, : 1-637.
- ISSLER, E., LOYSON, E., WALTER, E., 1982. *Flore d'Alsace. Plaine rhénane, Vosges et Sundgau*. 2^{ème} éditions. Société d'étude de la flore d'Alsace, Institut de Botanique, Strasbourg, : 1-621.
- JAUZEIN, P., 1995. *Flore des champs cultivés*. INRA Editions, Paris, 1-898.
- JAUZEIN, P., 1997. La notion de messicole. Tentative de définition et de classification. *Monde des Plantes*, 458 : 19-23.
- JAUZEIN, P., 2002 a. Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 1-21.
- JAUZEIN, P., 2002 b. L'appauvrissement floristique des champs cultivés. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 1-15.
- KIRSCHLEGER, F., 1870. *Flore vogéso-rhénane ou description des plantes qui croissent naturellement dans les Vosges et dans la Vallée du Rhin*. Paris, Baillièrre et fils, Strasbourg, Treuttel et Würtz, 1 : 1-277.
- KIRSCHLEGER, F., 1871. *Flore vogéso-rhénane ou description des plantes qui croissent naturellement dans les Vosges et dans la Vallée du Rhin*. Paris, Baillièrre et fils, Strasbourg, Treuttel et Würtz, 2 : ***-897.
- LANG, W., WOLFF, P., 1993. *Flora der Pfalz. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen für die Pfalz und ihre Randgebiete*. Verlag der Pfälzischen Gessellschaft zur Förderung der Wissenschaften Speyer : 1-444.
- LAUBER, K., WAGNER, K., 2001. *Flora Helvetica* : flore illustrée de Suisse. 2^{ème} édition revue et corrigée. Berne ; Stuttgart, Vienne, Haupt : 1-1615.
- LOYSON, E. n.d. [1940]. Manuscrit. Herbarium de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 2.
- LOYSON, E., & KAPP, E., n.d. [1940]. Herbarium LOYSON-KAPP. Catalogue. Herbarium de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 1 : 1-481.
- LOYSON, E., & KAPP, E., n.d. [1940]. Herbarium LOYSON-KAPP. Catalogue. Herbarium de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 2 : 1-384.
- MAILLET, J., 1983. La flore messicole dans le montpellierrais. Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes.
- MAILLET, J., 1993. *Nouvelles pratiques culturales et nouvelles mauvaises herbes*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 33-40. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- MAILLET, J., GODRON, M., 1993. *Caractéristiques bionomiques des messicoles et incidences sur leurs capacités de maintien dans les agrosystèmes*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 125-138. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

- MEERTS, P., 1988. Les groupes socio-écologiques de la flore messicole calcicole de la Belgique et description de trois stations refuges à Tellin (prov. De Luxembourg). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 121 : 75-86.
- MEERTS, P., 1993. *La régression des plantes messicoles en Belgique*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 49-56. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- MONTEGUT, J., 1993. *Evolution et régression des messicoles*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 11-32. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- NOLL, L., et OLIVIER, L., 1993. *Medicina*. Actes du Colloque de gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 149-152. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- OLIVEREAU, F., 1996. Les plantes messicoles des plaines françaises. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 28 : 5-18.
- PAX, N., 2001. *Myosurus minimus* en Lorraine, un taxon de rareté relative. *Willemetia* 27 : 3-4.
- PAX, N., 2002. La redécouverte en Lorraine d'une messicole fugace : *Thymelaea passerina* (L.) Coss. et Germ. *Willemetia* 33 : 3-4.
- PETRY, F., 1983. *Les campagnes en Alsace. De l'époque celtique à la fin de la période romaine*. In : « Histoire de l'Alsace rurale », Ed. Librairie Istra, Paris-Strasbourg : 43-69.
- PROST, J.-F., 2000. *Catalogue des plantes vasculaires de la chaîne jurassienne*. Société linnéenne de Lyon : 1-428.
- RASTETTER, V., 1982. La flore adventice de Mulhouse et de ses environs. In : « La nature en ville ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 1/784 : 55-67.
- RASTETTER, V., 1995. Catalogue des plantes observées dans le département du Haut-Rhin et des contrées limitrophes depuis 1948. Ville de Mulhouse. 1-349.
- REBOUD, X., LONGCHAMP, J.P., CHAUVEL, B., BOMBARDE, M., EL MJYIAD, N., DELOS, M., MOLIN, F., 2003. Les mauvaises herbes les plus communes. Des témoins des changements en zone de grande culture ? *Phytoma - La Défense des Végétaux*, 564 : 14-17.
- REBOUD, X., GASQUEZ, J., 2004. Vers un réseau national permanent de la flore adventice. Document PDF : 1-10.
- REDURON, J.P., 1981. La protection de plantes messicoles. In : « Agriculture et nature ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 781 (2) : 79-80.
- REDURON, J.P., 1986. Le Patrimoine Floral de Haute-Alsace. Listes commentées des espèces végétales menacées en Haute-Alsace. *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 800 : 23-105.
- REDURON, J.P., 1990. *Proposition pour une liste des espèces végétales protégées en Alsace*. Multigr. : 1-46.
- REDURON, J.P., 1994. Le devenir de la flore d'Alsace et la méthodologie de la conservation des plantes. In : « Vers une renaturation de l'Alsace ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 832 : 57-67.
- REDURON, J.P., 1996. Vers l'extinction des plantes messicoles d'Alsace. In : « La nature pour la reconversion de l'espace rural » *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 835 : 33-36.
- REDURON, J.P., 2002. Missions d'un conservatoire botanique. *Bulletin de liaison de la Société Botanique d'Alsace*, 14 : 43.

- RITTER, M., FERNEX, S., 1979. La flore des « mauvaises herbes » dans la Petite Camargue Alsacienne. In : « *Petite Camargue Alsacienne et Sites Rhénans* ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 775 : 49-52.
- ROBINSON, A.R., SUTHERLAND, W.J., 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39 : 157-176.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ, S., 2001. *Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin : 1-472.
- SELL, Y., BERCHTOLD, J.P., CALLOT, H., HOFF, M., GALL, J.C., WALTER, J.M., 1998. *L'Alsace et les Vosges. Géologie, milieux naturels, flore et faune*. La Bibliothèque du Naturaliste. Delachaux et Niestlé, : 1-352.
- SIMON, M., 1989. Observations floristiques dans des terrains agricoles inondables en Alsace. *Bulletin de l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine*, 1988, 24 : 69-97.
- SITTLER, C., 1998. Le vignoble et ses terroirs géologiques. Relations écophysologiques entre sol, vigne et vin. In *L'Alsace et les Vosges. Géologie, milieux naturels, flore et faune*. La Bibliothèque du Naturaliste. Delachaux et Niestlé, : 188-195.
- SOCIETE BOTANIQUE D'ALSACE, 2003. La liste rouge des plantes à graines et des fougères d'Alsace in ODONAT (Coord.), 2003, Les listes rouges de la nature menacées en Alsace : 213-275. ODONAT Editions, Collection conservation, Strasbourg, 1-479.
- SOCIETE BOTANIQUE D'ALSACE, 2004. Base de données botaniques « BRUNFELS ». Document informatisé.
- TERRASON, F., 2002. Le prix de la nature. In « *En finir avec la nature* ». Editions du Rocher : 109-111.
- THEVENIN, A., et HEIM, J., 1983. *La Préhistoire*. In : « Histoire de l'Alsace rurale », Ed. Librairie Istra, Paris-Strasbourg : 23-39.
- TROER, C., 1992. « Album de géographie d'Alsace ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 826 : 1-130.
- VERLAQUE, R. et FILOSA, D. 1993. *Caryologie et biogéographie des messicoles menacées du sud-est (comparaison avec les autres mauvaises herbes)*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » :105-124. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- VERNIER, F., 2001. *Nouvelle flore de Lorraine. Nouvelle édition revue, corrigée et augmentée du Massif Vosgien*. Kruch éditeur : 1-544.
- VILLARET, J.C., GARRAUD, L., 1993. *Programme de sauvetage et de conservation des tulipes sauvages en France*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » :193-198. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.
- VOGT, H., et METTAUER, H., 1983. *Les sols d'Alsace*. In : « Histoire de l'Alsace rurale », Ed. Librairie Istra, Paris-Strasbourg : 13-19.
- WAECHTER, A., 1996. Le paysan, artisan millénaire du paysage alsacien. In : « *La nature. Pour la reconversion de l'espace rural* ». *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 835 : 83-91.
- WALTER, E., n.d. [1950]. Manuscrit de la Flore d'Alsace. Herbar de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 1.
- WALTER, E., n.d. [1950]. Manuscrit de la Flore d'Alsace. Herbar de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 2.

WALTER, E., n.d. [1950]. Manuscrit de la Flore d'Alsace. Herbar de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 3.

WALTER, E., n.d. [1950]. Manuscrit de la Flore d'Alsace. Herbar de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 4.

WALTER, E., n.d. [1950]. Manuscrit de la Flore d'Alsace. Herbar de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR), 5.

WELTE E., SZABOLCZ I., 1997. Agrostemin. International Science Center of fertilisor, Belgrade, 1-120.

WERNER, P., 1993. *Régression des plantes messicoles en Valais (Alpes Suisses) et tentatives de conservation*. Actes du Colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » : 43-48. Ed. BRG, CBNA Gap-Charance, AFCEV, Ministère de l'Environnement.

GLOSSAIRE :

Archéophyte : plante introduite avant 1500.

Calcicole : terme désignant les plantes ayant une affinité pour les sols calcaires.

Caractère « bionomique » : ensemble de caractères biologiques, génétiques et écologiques d'une espèce.

Diluvium : sol caillouteux, formé par des dépôts énormes de galets (diluvium du Rhin et de l'Ille)

Edaphique : qui a rapport au sol.

Endémique : terme biogéographique qualifiant une espèce très localisée, à une région, à un pays, etc..

Eury-méditerranéenne : terme biogéographique qualifiant une répartition largement localisée autour du bassin méditerranéen.

Inter-rang : en viticulture, espace entre deux rangées de souches de vignes. Plus généralement, espace séparant deux lignes de semis dans les cultures sarclées.

Géophyte : plante à organe de résistance souterrain (bulbe, rhizome).

Néophyte : plante introduite après 1500.

Oligotrophe : terme qualifiant ici les plantes liées à des sols pauvres, supportant mal la compétition.

Rudérale : espèce nitrophile proliférant dans les zones anthropiques.

Ségétale : espèce des champs.

Sténo-méditerranéenne : terme biogéographique qualifiant une répartition étroitement localisée autour du bassin méditerranéen.

Taxon : terme correspondant à n'importe quel niveau de la nomenclature (famille, genre, espèce). Dans le présent mémoire est utilisé en remplacement du mot « espèce » et des niveaux intraspécifiques (sous-espèce, variété, etc.).

Thérophyte : plante dont l'organe de résistance est la graine.

Abréviations :

2,4 D : herbicide sélectif non rémanent visant à détruire les dycotylédones.

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances.

CSA : Conservatoire des Sites Alsaciens.

ENA : en viticulture, enherbement artificiel de l'interligne à base d'un semis de diverse graminées (pâturin, féтуque, ray-grass) ou plus rarement de légumineuses.

ENM : en viticulture, enherbement naturel de l'interligne à partir de la flore adventice spontanée de la parcelle.

ITK : itinéraire technique.

MCPA, MCPP :

PRA : Petites Régions Agricoles.

SBA : Société Botanique d'Alsace.

TCS : Techniques Culturelles Simplifiées, techniques de simplification du travail du sol, basées en partie sur l'abandon du labour.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DES ASSOCIATIONS DE MESSICOLES DE LA CLASSE DES *STELLARIETEA MEDIAE* (BR.-BL. 1921) R.TX., LOHM. ET PRSG. 1950 EM. SCHUB. 1995. D'APRES SCHUBERT ET AL. (2001).

1. sur sols calcaires à neutres :

Ordre : *Secalietalia* Br.-Bl. 1936

Alliance : *Caucalio platycarpi* (R. Tx. 1950) v. Rochow 1951

Apero-Lathryretum aphacae R. Tx. Et V. Rochow 1951 nom. Inv. Oberd. 1983
Adonido-Iberidetum amarae (All. 1922) R. Tx. 1950
Caucalido daucoidis-Scandicetum pectinis-veneris R. Tx. 1937
Physalo alkekengi-Campanuletum rapunculoidis Hilb. 1963
Euphorbio exiguae-Melandriuetum noctiflorae G. Müller 1964
Stellario mediae-Papaveretum rhoeadis Schub. 1989

Alliance : *Veronico-Euphorbion* Siss ex Pass. 1964

Geranio-allietum vinealis R. Tx. 1950 ex v. Rochow 1951
Euphorbio peplidis-Galinsogietum ciliatae (Wenert 1956) Pass. 1981
Mercurialetum annuae Krusem et Vlieg. 1939
Thlaspio-Fumarietum officinalis Görs in Oberd. Et al. 1967 ex Pass. Et Jurko 1975
Amarantho-Chenopodietum albi Schub. 1989

2. sur sols neutres à acides :

Ordre : *Spergularietalia arvensis* Hüppe et Hofmeister 1990 (= associations acidophiles)

Alliance : *Aperion spicae-venti* R. Tx. In Oberd. 1949

Teesdalia-Arnoseridetum minimae (Malc. 1929) R. Tx. 1937
Holco-Galeopsietum Hilb. 1967
Papaveretum argemones (Libb. 1932) Krusem. Et Vlieg 1939 em. Schub. 1989
Aphano-Matricarietum chamomillae R. Tx. 1937 em Schub. Et Mahn 1968
Stellario-Aperetum spicae-venti Scub. 1989

Alliance : *Panico-Setarion* Siss. In Westh. et al. 1946

Setario-Galinsogietum parviflorae R. Tx. 1950 em. Th. Müller et Oberd. In Oberd. 1983
Galeopsio-Sperguletum arvensis Pass. et Jurko 1957 em. Schub. 1989
Digitarietum ischaemi R. Tx. Et Prsg. in R. Tx. 1950

Alliance : *Spergulo-Oxalidion* Görs in Oberd. et al. 1967

Aethuso-Euphorbietum peplidis Pass. 1981
Chenopodio-Oxalidetum fontanae Siss. 1950 nom. inv. Th. Müller et Oberd. in Oberd. 1983

ANNEXE 2 : LISTE DES TAXONS RETENUS PAR L'ENQUETE NATIONALE (D'APRES ABOUCAYA ET AL., 2000).

Le classement des taxons en différents niveaux de rareté se base ici sur les résultats d'une enquête nationale menée en 1999 par le Conservatoire Botanique national méditerranéen de Porquerolles.

Tableau 12 : liste des 101 taxons de l'enquête nationale de 1999 en 3 niveaux de rareté décroissante.

Niveau 1 - Taxon en situation précaire

Adonis aestivalis L.
Adonis annua L.
Adonis flammea Jacq.
Adonis microcarpa DC.
Agrostemma githago L.
Androsace maxima L.
Asperula arvensis L.
Bifora testiculata (L.) Sprengel
Bromus secalinus L. subsp. *secalinus*
Bromus secalinus L. subsp. *velutinus* (Schrad.) Arcangeli
Bunium pachypodium P.W. Ball
Bupleurum rotundifolium L.
Bupleurum subovatum Sprengel
Camelina sativa (L.) Crantz subsp. *dentata* (Pers.) Arcangeli
Camelina sativa (L.) Crantz subsp. *microcarpa* (DC.) Schmid
Camelina sativa (L.) Crantz subsp. *rumelica* (Velen.) Bolos etVigo
Camelina sativa (L.) Crantz subsp. *sativa*
† *Cephalaria syriaca* (L.) Roem. & Schultes
Ceratocephala falcata (L.) Pers.
Conringia orientalis (L.) Dumort.
Consolida ajacis (L.) Schur
Consolida hispanica (Costa) Greuter et Burdet
Consolida pubescens (DC.) Soo
† *Cuscuta epilinum* Weihe
† *Delphinium halteratum* Sm.
Delphinium verdunense Balbis
Garidella nigellastrum L.
Glaucium corniculatum (L.) Rudolph
Hypocoum imberbe Smith
Hypocoum pendulum L.
† *Lolium temulentum* L. subsp. *linicolum* Berher
Lolium temulentum L. subsp. *temulentum*
Myagrum perfoliatum L.
Neslia paniculata (L.) Desv. subsp. *paniculata*

Neslia paniculata (L.) Desv. subsp. *thracica* (Velen.) Bornm.
Nigella arvensis L.
Nigella gallica Jordan
Orlaya daucooides (L.) Greuter
Orlaya grandiflora (L.) Hoffm.
Ornithogalum nutans L.
Polycnemum arvense L.
Polycnemum majus Braun
Polygonum bellardii All.
Ridolfia segetum Moris
Roemeria hybrida (L.) DC.
Silene conoidea L.
† *Silene cretica* L.
† *Silene linicola* Gmelin
Silene muscipula L.
† *Sinapis alba* L. subsp. *dissecta* (Lag.) Bonnier
Spergularia segetalis (L.) Don fil.
Thymelaea passerina (L.) Cosson et Germ.
Tulipa agenensis DC.
Tulipa clusiana DC.
Tulipa gesneriana s.l. gr. (*T. aximensis* Jordan, *T. marjoletii* Perr. & Song., *T. platystigma* Jordan, *T. sarracenic* Perrier, *T. didieri* Jord., *T. mauriana* Jord. et Fourr., ...)
Tulipa lortetii Jordan
Tulipa raddii Reboul
Turgenia latifolia (L.) Hoffm.
Vaccaria hispanica (Miller) Rauschert
Valerianella echinata (L.) DC.
† *Vicia articulata* Hornem.

1 ou 2

Galium aparine L. subsp. *spurium* (L.) Bonnier et Layens
Bifora radians M. Bieb.

Niveau 2 - Taxon à surveiller, se maintenant plus ou moins

Ajuga chamaepitys (L.) Schreber
Allium rotundum L.
Anchusa arvensis (L.) M. Bieb.
Anthemis altissima L.
Bromus arvensis L.
Bunium bulbocastanum L.
Calepina irregularis (Asso) Thell.
Caucalis platycarpus L.

Centaurea cyanus L.
Cnicus benedictus L.
Consolida regalis Gray
Euphorbia falcata L.
Gagea villosa (M. Bieb.) Sweet
Galium tricornutum Dandy
Gladiolus italicus Miller
Iberis pinnata L.
Legousia hybrida (L.) Delarbre
Legousia speculum-veneris (L.) Chaix
Papaver argemone L.
Papaver hybridum L.
Ranunculus arvensis L.
Stachys annua (L.) L.
Thlaspi arvense L.
Torilis leptophylla (L.) Reichenb. fil.
Tulipa sylvestris L. subsp. *sylvestris*
Valerianella coronata (L.) DC.
Valerianella dentata (L.) Pollich
Valerianella ramosa Bastard
Vicia pannonica Crantz subsp. *striata* (M. Bieb.) Nyman

2 ou 3

Vicia villosa Roth subsp. *villosa*

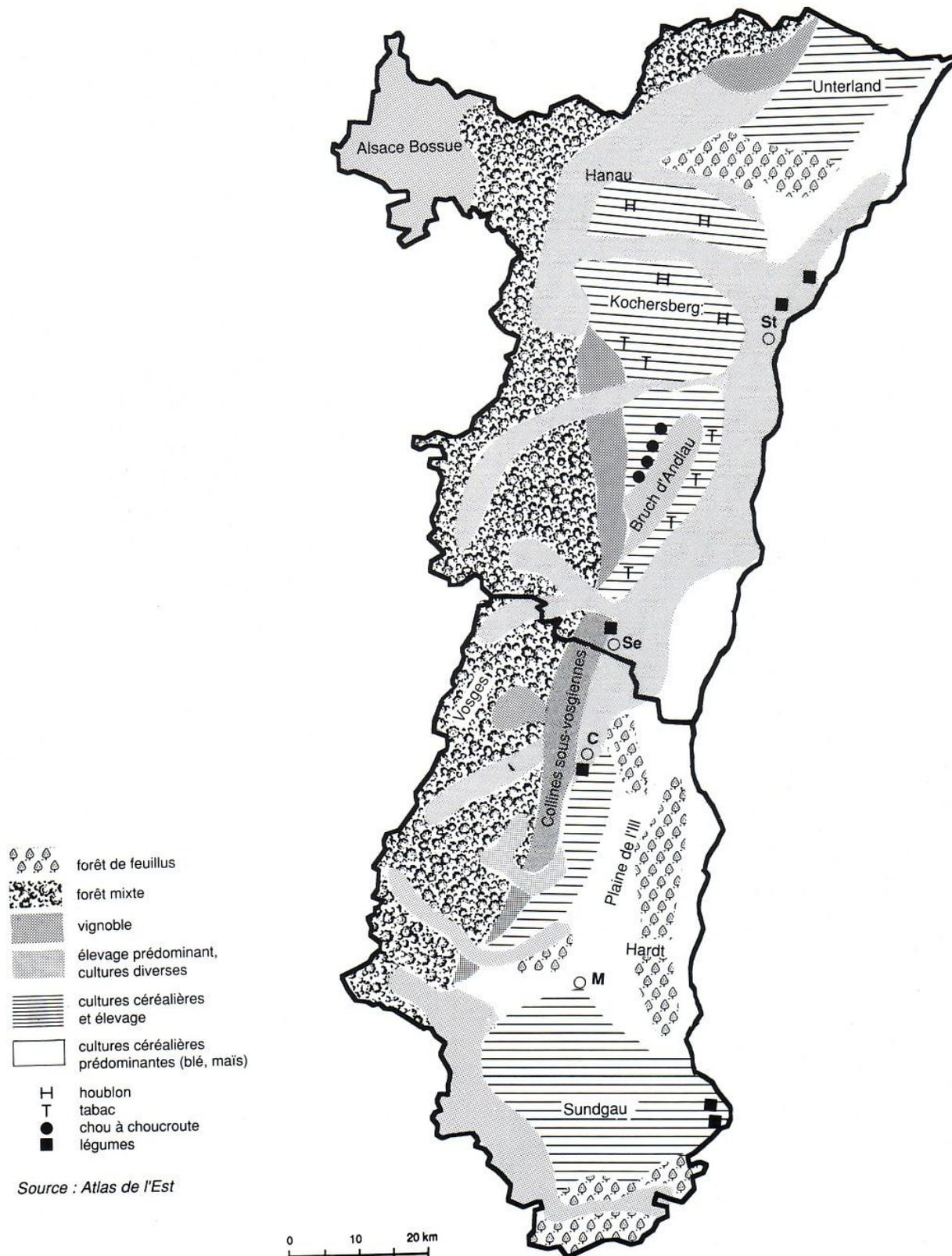
Niveau 3 - Espèce encore abondante au moins pour certaines régions

Alopecurus myosuroides Hudson
Apera spica-venti (L.) P. Beauv.
Aphanes arvensis L.
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. & C. Presl subsp. *bulbosum*
 (Willd.) Schübler & Martens
Avena sativa L. subsp. *fatua* (L.) Thell.
Galium aparine L. subsp. *aparine*
Lithospermum arvense L.
Papaver rhoeas L.
Scandix pecten-veneris L.
Scleranthus annuus L.
Sinapis alba L.
Spergula arvensis L.
Vicia villosa Roth subsp. *varia*
Viola tricolor L.

ANNEXE 3 : PRESENTATION SOMMAIRE DES PETITES REGIONS AGRICOLES ALSACIENNES (D'APRES TROER, 1992).

Figure 13 : Les grandes régions de productions agricoles alsaciennes.

Régions de productions agricoles



Les Petites Régions Agricoles (PRA) en Alsace

La notion de « petites régions agricoles » a été instaurée par l'INSEE en 1946. Pour délimiter les petites régions agricoles, l'INSEE a retenu plusieurs critères (HECTOR, com. pers.) :

- la vocation dominante (ensemble d'exploitations pratiquant sensiblement les mêmes systèmes d'élevages et de cultures) ;
- les conditions naturelles (géologie, relief, topographie,...) ;
- les débouchés, liés aux conditions économiques et sociales.

Régions communes aux deux départements :

- La **montagne vosgienne** et ses principales vallées sont le domaine de la forêt et de l'exploitation herbagère. La présence d'élevages allait de pair avec des cultures fourragères (pois, fève, luzerne) mais on y cultivait également des pommes de terre, du seigle (sols siliceux-acides) et de l'orge.
- Les **Rieds**, du nord de Colmar à Strasbourg, puis de Herrlisheim à Lauterbourg, aux sols humides et fertiles, étaient traditionnellement valorisés par l'élevage (prairie de fauche) avec quelques cultures à destination animale (cultures fourragères, orge, avoine, etc).
- la **région sous-vosgienne** au sens de l'INSEE (1946) comprend l'ensemble des collines sous-vosgiennes, ainsi que la partie ouest du Kochersberg (Arrière-Kochersberg) et la bordure est des Vosges du Nord (Pays de Hanau) dans le Bas-Rhin (cf. *infra*). Les **collines**, qui s'étendent de manière discontinue de Thann (68) à Marlenheim (67), sont caractérisées par la culture de la vigne et l'arboriculture. Le rebord de plaine au pied des collines est dédié à diverses grandes cultures (blé, colza, orge, seigle, maïs).

Bas-Rhin (67) :

- la **Plaine du Rhin (67)**, comprend plusieurs ensembles. Globalement c'était une région de polyculture céréalière complétée localement par l'élevage et/ou des cultures spéciales à base de houblon, d'asperges, etc. On y distingue :
 - la **Plaine d'Erstein**, où se pratiquait une polyculture intensive à base cultures spéciales telles que le tabac, la betterave sucrière, le chou à choucroute.
 - l'est du **Kochersberg**, pays agricole par excellence qui est une terre toujours restée fidèle à la céréaliculture, bien que des cultures spéciales y soient également caractéristiques : le houblon, le tabac ou la betterave sucrière.
 - le **Pays de Wissembourg** qui est essentiellement une région d'élevage, de culture de légumes, de betteraves, et localement d'arboriculture et de viticulture (Vignoble de Cleebourg-Wissembourg).
 - le **Pays de Hanau**, où se pratiquaient l'élevage, la polyculture intensive et diverses cultures fruitières.
- Enfin, le **Plateau lorrain nord** également appelé **Alsace Bossue** est essentiellement une région d'élevage.

Haut-Rhin (68) :

- L'extrême sud de l'Alsace coïncide avec le nord du massif du **Jura**. C'est une région qui a toujours été traditionnellement tournée vers l'élevage, avec peu de cultures.
- Les collines loessiques du **Sundgau** entre le Jura et la plaine du Rhin, au sud du Haut-Rhin, sont caractérisées par le système polyculture-élevage.

- La région de l'**Ochsenfeld**, terre sablonneuse inculte (cônes de déjection de la Doller et de la Thur) n'est cultivée que depuis 2 siècles. On y cultivait essentiellement des céréales (seigle).
- la **Hardt**, caractérisée par ses sols caillouteux localement calcaire et très filtrants (cf. *supra*) est depuis longtemps une terre à dominante céréalière.
- la **Plaine de l'III (68)**, entre les collines sous-vosgiennes et la Hardt, qui se distingue de cette dernière par des sols plus limoneux, est une région de grandes cultures plus diversifiées (quelques élevages et cultures spéciales).

ANNEXE 4 : LE DESHERBAGE MECANIQUE EN VITICULTURE, QUELQUES PRINCIPES.

On distingue le désherbage interligne et le désherbage intercep. En interligne, le désherbage s'effectue soit par un labour qui enfouit les mauvaises herbes, soit par un travail superficiel qui détruit les mauvaises herbes par arrachage et/ou sectionnement.

Le désherbage mécanique de l'interligne ne pose donc pas de problème dans les parcelles facilement « mécanisables ». En revanche, la destruction des adventices sous la ligne des souches nécessite l'utilisation de systèmes spéciaux, dit interceps.

- ***Le désherbage mécanique interligne.***

- Le labour : destruction par enfouissement.

Les mauvaises herbes sont enfouies par la charrue lors des cycles de chausage et de déchausage de la vigne, ce dernier étant complété sous la ligne des souches par un décauillonnage.

Limites : la vitesse de labour est relativement faible, l'opération la plus lente étant le décauillonnage qui se réalise à une vitesse d'avancement de l'ordre de 1,5 à 2,5 km/h. La réalisation pratique des labours n'est pas sans risque pour l'intégrité des souches.

- Travail superficiel : destruction par arrachage et sectionnement.

Divers outils travaillant de façon plus superficielle permettent un désherbage par arrachage et/ou sectionnement.

- Les cultivateurs rotatifs à axe horizontal travaillent par sectionnement et enfouissement. Les résultats sont fonctions des réglages, notamment de la vitesse d'avancement, du régime de rotation du rotor et de la profondeur de travail.
Limites : emploi difficile en zone caillouteuse.
- Les outils tirés, à disques ou à dents, dont les conformations peuvent se régler selon la situation. Les cultivateurs sont munis de dents rigides ou semi-rigides. Les vibroculteurs sont munis de dents flexibles pouvant devenir vibrantes.

- ***Le désherbage mécanique interceps***

Trois types d'outils sont généralement utilisés :

- la lame bineuse à effacement forcé ou commandé par un tâteur. Cet outil sectionne les racines des adventices qui dessèche si les conditions climatiques sont favorables. Permettant une vitesse d'avancement de l'ordre de 4 km/h, il ne fonctionne que correctement sur les jeunes « mauvaises herbes ».
- la décauillonneuse rotative à disques. Limites : réservé aux sols légers et aux enherbements peu développés.
- les houes rotatives interceps à axe vertical ou les herses rotatives. Ce matériel permet de travailler sur les sols plus compactés avec des enherbements plus importants et avec une vitesse supérieure.

ANNEXE 5 : RAPPEL SUR LES MODES D' ACTIONS, LA CLASSIFICATION ET LA SELECTIVITE DES HERBICIDES.

1. Mode d'action et classification

Les herbicides agissent sur différents processus de croissance et de développement des plantes. Selon le cas, ils peuvent perturber :

- la physiologie de la plante : photosynthèse ou perméabilité membranaire ;
- la croissance : division cellulaire, élongation, etc. ;
- la synthèse des constituants cellulaires : lipides, pigments caroténoïdes, acides aminés, etc.

On distingue généralement les herbicides par rapport à leur voie de pénétration dans les végétaux et à leur déplacement dans la plante :

- o Herbicides à pénétration racinaire : appliqués sur le sol, ils pénètrent par les organes souterrains des végétaux (racines, rhizomes) ou par les graines enfouies dans le sol ; ce sont les traitements herbicides de pré-levée, effectués avant la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- o Herbicides à pénétration foliaire : appliqués sur le feuillage, ils pénètrent par les organes aériens des végétaux (feuilles, pétioles, tiges) ; ce sont les traitements herbicides de post-levée, effectués après la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- o Herbicides de contact : ils agissent après pénétration plus ou moins profonde dans les tissus, sans migration d'un organe à l'autre ;
- o Herbicides systémiques : ils sont capables d'agir après pénétration et migration d'un organe à un autre de la plante traitée.

Au final, on classe les herbicides selon leur mode de pénétration et leur mode d'action :

- Herbicides à pénétration racinaire :
 - o Action sur la photosynthèse :
 - Triazines : atrazine ;
 - Diazines uraciles : bromacile ;
 - Triazinones ;
 - Urées substitués : diuron, chlortoluron.
 - o Action sur la division cellulaire :
 - Toluidines.
 - o Action sur l'élongation cellulaire : alachlore, métazachlo.
 - o Inhibition de la synthèse des caroténoïdes : isoxaflutole, clomazone.
- Herbicides à pénétration foliaire :
 - o Actions sur la photosynthèse :
 - Bipirydiles ;
 - Diazines : bentazones, pyridate, etc. ;

- Actions sur les membranes cellulaires :
 - Dinitrophénols : dinoterbe ;
 - Benzonitriles : ioxynil, bromoxynil.
- Action sur la division cellulaire :
 - Carbamates : asulame.
- Action sur l'élongation cellulaire :
 - Aryloacides : 2,4 D ; 2,4-MCPA ; dichlorprop (2,4-DP) ; mécoprop (MCP) ;
 - Dérivés picoliniques : triclopyr, piclorame.
- Actions sur la bio-synthèse :
 - Acides aminés : glufosinate-ammonium, glyphosate, sulfosate ;
 - Lipides : graminicides (fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R, etc.).

2. La sélectivité

Les herbicides sont dits **sélectifs** lorsqu'ils permettent de respecter la culture et de lutter contre certaines mauvaises herbes et, **totaux** lorsqu'ils sont susceptibles de détruire ou d'empêcher le développement de toute la végétation.

Parmi les herbicides sélectifs, certains permettent de lutter uniquement contre les dicotylédones d'autres uniquement contre les monocotylédones. La sélectivité peut reposer sur la **position** (herbicide de pré-levée dans les premiers centimètres du sol où se concentrent les mauvaises herbes, les semences de la culture étant enfouies plus profondément), l'**application** (uniquement sur les mauvaises de l'inter-rang pour les cultures à grand écartement), l'**anatomie** (la pénétration par les feuilles peut être gênée par la présence de poils ou d'une cuticule plus ou moins épaisse et, le port des feuilles peut modifier l'adhérence de la pulvérisation) ou la **physiologie** (enzymes dégradant la substance active ou absence de transport, etc.).

ANNEXE 6 : L'ENHERBEMENT INTERLIGNE EN VITICULTURE.

Cas général :

On distingue plusieurs type d'enherbement suivant la nature et la durée de la végétation.

Enherbement permanent : un enherbement est obtenu par semis dans l'inter-rang d'espèces de graminées ou de légumineuses. Sous le rang, la vigne est alors désherbée soit chimiquement, la surface traitée correspondant alors au tiers de la surface traitée en « non culture » ; soit mécaniquement (cf. Annexe 4) notamment chez les viticulteurs biologiques.

Enherbement temporaire : l'enherbement est mis en place dans l'inter-rang uniquement pendant la période végétative puis détruit à la période de déficit hydrique pour limiter la concurrence. L'inconvénient est le coût assez élevé de la mise en place annuelle de l'enherbement et des herbicides en cas de destruction chimique.

Dans ces deux cas, notons que l'enherbement peut-être maîtrisé par la tonte.

Enherbement naturel maîtrisé (ENM) : l'ENM consiste à tolérer la flore adventice spontanée pendant le repos végétatif de la vigne et de le maîtriser ensuite.

Notons que l'enherbement peut-être réalisé uniquement un rang sur deux.

Tendances actuelles en Alsace :

En règle générale seul un rang sur deux est enherbé afin de limiter la concurrence avec la vigne (notamment le stress hydrique), l'enherbement sur tous les rangs n'est en conséquence pratiqué que lorsque les caractéristiques du sol le permettent.

La majorité des vignes enherbées l'est soit :

- par enherbement naturel maîtrisé (ENM), laissant la flore adventice s'exprimer (jusqu'en mai) ;
- par enherbement permanent avec un semis comprenant généralement toutes ou parties des graminées suivantes : fétuque, ray-gras et pâturin.

L'enherbement temporaire, avec un semis de seigle ou d'avoine en automne et un broyage en mai reste plus marginale.

ANNEXE 7 : POEME NOSTALGIQUE DEDIE AUX MESSICOLES.

OU SONT PASSEES NOS ADVENTICES ?

Dehors, l'air est chargé d'herbicides ;
C'est à qui fera le vide,
Sans pitié ni armistice.
Au champ, tout est mécanique et chimique,
Economique...plus d'esthétique,
Où sont passées nos adventices ?

Que reste-t-il de ces beaux jours, où dans les blés, dans les labours
Se balançaient au gré du vent quelques fleurettes ?
Que reste-t-il de nos blés d'or, de leurs bleuets et boutons d'or,
Des adonis rouges devant une amourette ?
Adieu nos joies, adieu couleurs, adieu les bras chargés de fleurs ;
Que reste-t-il de tout cela : dites-le-moi ?
Un vieux bidon, abandonné, deux trois bouchons, déjà rouillés,
Et dans un coin une charrue du temps passé.

Les champs, les moissons et les semailles,
Les doux ébats dans la paille
N'ont plus l'âme d'autrefois
« Les fleurs, qu'on retrouve dans un livre,
dont le parfum vous envivre,
se sont envolées... pourquoi ? »

Car parmi toutes ces herbes folles, qu'elles soient mauvaises ou messicoles,
Parmi ces trésors d'harmonie qu'on prend pour cible,
Parmi ces fleurs qui n'ont pour tort que d'agrémenter le décor,
Ce sont toujours les plus jolies les plus sensibles.
Des violettes, nielles et nigelles, pieds-d'alouette ou garidelles,
Que reste-t-il de tout cela : dites-le-moi ?
Un pied fané, décoloré, tiges crispées, feuilles froissées ;
Triste horizon et tristes plaines désertifiées.

Un jour, où le soleil faisait la fête,
Où je rêvais d'une conquête
En flanant dans les emblavures,
Un jour, où la musique chante au cœur,
Où l'on croit encore au bonheur,
Où s'évanouissent les blessures.

J'ai trouvé une fleur des champs, un myosotis resplendissant :
Regard d'azur, regard si pur... qu'elle était belle !
Source d'espoir, source de vie, source d'amour et de folie,
Mais si fragile... que la nature est trop cruelle !
Sanglots cachés, cœur déchiré, espoirs brisés, rêves envolés,
Que reste-t-il de tout cela : dites-le-moi ?
Un plein de détresse, de nostalgie, d'une tristesse presque infinie
Devant la perte de ce qui rend belle la vie.

Belle la vie !

Philippe JAUZEIN

« Libre expression de l'auteur sous forme de paradoxe onirique,
Ce petit poème n'engage que lui »

Inspiré de C.Trénet et L. Chauliac, 1943 – Que reste-t-il de nos amours ? Ed. Salabert.

ANNEXE 8 : LISTE DES TAXONS ETUDIÉS DANS LE PRÉSENT MÉMOIRE.

Les taxons étudiés dans ce mémoire sont ceux retenus par le Plan National d'Action pour la Conservation des Plantes Messicoles (ABOUCAÏA *et al.*, 2000) présents en Alsace et les messicoles de la Liste Rouge d'Alsace (SBA, 2003). Un taxon du Plan National n'a toutefois pas été retenu. Le faible nombre de données anciennes (4 !) correspondant à l'avoine à chapelet (*Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl subsp. *bulbosum* (Willd.) Schübler & G.Martens) et l'obligation de déterrer la plante pour la distinguer du fromental (*Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl subsp. *elatius*) justifient ce choix.

Nous rappelons ici que la nomenclature utilisée suit l'index de la flore de France de KERGUÉLEN (1993), révisé par Tela-Botanica (2000-2004). Pour quelques taxons nous avons toutefois préféré suivre JAUZEIN (1995).

DICOTYLEDONES

APIACEAE

Bifora radians M. Bieb.
Bunium bulbocastanum L.
Bupleurum rotundifolium L.
Caucalis platycarpus L. [1753]
Orlaya grandiflora (L.) Hoffm.
Scandix pecten-veneris L.
Turgenia latifolia (L.) Hoffm.

Silene noctiflora L.
Spergula arvensis L.
Spergularia segetalis (L.) G. Don fil.
Vaccaria hispanica (Miller) Rauschert

CHENOPODIACEAE

Polycnemum arvense L.
Polycnemum majus A. Braun

ASTERACEAE

Anthemis arvensis L.
Anthemis cotula L.
Arnoseris minima (L.) Schweigger & Koerte
Centaurea cyanus L.
Chrysanthemum segetum L.
Crepis pulchra L.
Logfia gallica (L.) Cosson & Germ.

CONVOLVULACEAE

Cuscuta epilinum Weihe

EUPHORBIACEAE

Euphorbia falcata L.

FABACEAE

Lathyrus hirsutus L.
Pisum sativum L.
Vicia pannonica Crantz
subsp. *pannonica*
Vicia villosa Roth
subsp. *varia* (Host) Corb.
Vicia villosa Roth
subsp. *villosa*

BORAGINACEAE

Anchusa arvensis (L.) M. Bieb.
Heliotropium europaeum L.
Lithospermum arvense L.

ILLECEBRACEAE

Scleranthus annuus L.

BRASSICACEAE

Calepina irregularis (Asso) Thell.
Camelina alyssum (Miller) Thell.
Camelina microcarpa Andr. ex DC.
subsp. *sylvestris* (Wallr.) Hiitonen
Camelina sativa (L.) Crantz
Conringia orientalis (L.) Dumort.
Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl
Erysimum cheiranthoides L.
Myagrum perfoliatum L.
Neslia paniculata (L.) Desv.
Sinapis alba L.
Thlaspi arvense L.

LAMIACEAE

Ajuga chamaepitys (L.) Schreber
Galeopsis angustifolia Hoffm.
Stachys annua (L.) L.
Stachys arvensis (L.) L.

MALVACEAE

Althaea hirsuta L.

CAMPANULACEAE

Legousia hybrida (L.) Delarbre
Legousia speculum-veneris (L.) Chaix

PAPAVERACEAE

Papaver argemone L.
Papaver hybridum L.
Papaver rhoeas L.
Roemeria hybrida (L.) DC.

CARYOPHYLLACEAE

Agrostemma githago L.

POLYGONACEAE

Polygonum bellardii All.

PRIMULACEAE

Androsace maxima L.

RANUNCULACEAE

Adonis aestivalis L.
subsp. *aestivalis*
Adonis annua L.
Adonis flammea Jacq.
Consolida ajacis (L.) Schur
Consolida regalis S.F. Gray
Myosurus minimus L.
Nigella arvensis L.
Nigella damascena L.
Ranunculus arvensis L.

ROSACEAE

Aphanes arvensis L.
Aphanes inexpectata W. Lippert

RUBIACEAE

Asperula arvensis L.
Galium aparine L.
subsp. *aparine*
Galium aparine L.
subsp. *spurium* (L.) Hartm.
Galium tricornerutum Dandy

SCROPHULARIACEAE

Linaria arvensis (L.) Desf.
Misopates orontium (L.) Rafin.
Veronica acinifolia L.
Veronica opaca Fries

THYMELAEACEAE

Thymelaea passerina (L.) Cosson & Germ.

VALERIANACEAE

Valerianella dentata (L.) Pollich
Valerianella rimosa Bast.

VIOLACEAE

Viola tricolor L.

MONOCOTYLEDONES

ALLIACEAE

Allium rotundum L.
subsp. *rotundum*

HYACINTHACEAE

Ornithogalum nutans L.

LILIACEAE

Gagea pratensis (Pers.) Dumort.
Gagea villosa (M. Bieb.) Sweet
Tulipa sylvestris L.
subsp. *sylvestris*

POACEAE

Alopecurus myosuroides Hudson.
Apera spica-venti (L.) P. Beauv.
Avena fatua L.
Bromus arvensis L.
Bromus secalinus L.
Lolium temulentum L.
Phleum paniculatum Hudson

ANNEXE 9 : CARACTERISTIQUES ET MODALITES DES CARACTERISTIQUES RETENUES POUR DECRIRE LES ESPECES MESSICOLES :

Afin de distinguer les différents taxons étudiés et dégager un ensemble de caractères favorables ou défavorables au maintien des messicoles dans les agrosystèmes actuels, nous avons retenus un certain nombre de caractères « biotomiques » (ensemble de caractéristiques biologiques, génétiques et écologiques). Les différentes modalités de ces caractères sont ici présentées. Les abréviations tiennent lieu de légende pour les tableaux de contingence du Khi2 (Annexe 17) et la représentation de l'AFC (Annexe 19).

Caractères biologiques :

- **type biologique (typ) :**
typ1 : thérophyte ;
typ2 : géophyte ;
typ3 : parasite.
- **époque de levée (lev) :**
lev1 : levée automnale stricte ou préférentielle ;
lev2 : levée hivernale ou printannière indifférente ;
lev3 : levée printannière.
- **époque de floraison (flo) :**
flo1 : floraison vernale : de mars à mai ;
flo2 : floraison pré-récolte et récolte : de mai à juillet ;
flo3 : floraison récolte et post-récolte : de juin à août-septembre-octobre ;
flo4 : floraison post-récolte : de juillet à septembre.
- **longévité des graines dans le sol (lon) :**
lon1 : < ou = à 1 an ;
lon2 : de 1 à 3 ans ;
lon3 : > 3 ans ;
lon4 : inconnue.
- **mode de dissémination des semences (dis) :**
dis1 : anémochorie ;
dis2 : zoochorie ;
dis3 : clitochorie ;
dis4 : inconnu.
- **taille à la moisson (t) :**
t1 : taille inférieure à 20 cm ;
t2 : taille supérieure à 20 cm.

➤ **Caractères génétiques :**

niveau de ploïdie (plo) :

plo1 : diploïde.

plo2 : ployploïde.

➤ **Caractères écologiques :**

- **amplitude d'habitat (hab) :**
hab1 : cultures uniquement ;
hab2 : cultures + marges (bords de chemins, talus, fossé) ;
hab3 : 1 + 2 + milieux « naturels » ouverts (pelouses sèches, etc) ;
hab4 : 1 + 2 + milieux « naturels » (bois).
 - **origine allochtone ou autochtone (ori) :**
ori1 : origine autochtone (indigène) ;
ori2 : origine allochtone.
 - **exigence trophique :**
nitrophile (n) ;
nitrophile préférentielle (n') ;
indifférente (I_{RI}) ;
oligotrophe préférentielle (o') ;
oligotrophe stricte (o).
 - **autécologie par rapport à la réaction du sol :**
plante des moissons siliceuses-acides (s) ;
acidiphile préférentielle : terrains acides à neutres (s') ;
indifférente à la nature du sol (I_{RE}) ;
calcicole préférentielle : terrains calcaires et neutres (c') ;
calcicole stricte (c).
- **Statut (reg) :**
reg1 : taxon disparu ou en régression ;
reg2 : taxon en maintien ou en progression.

ANNEXE 10 : TAUX DE REGRESSION ET STATUT ANCIEN DES MESSICOLES EN ALSACE :

L'évolution du statut de chaque taxon étudié est ici résumée en donnant : les statuts au XIX^{ème} siècle d'après KIRSCHLEGER (1870) et dans les premiers trois quarts du XX^{ème} siècle d'après ISSLER *et al.* (1965, 1982) ; le nombre de communes où les taxons sont cités avant et après 1990, le taux de régression et la dernière année d'observation de l'espèce dans la dition.

Tableau 13 : Evolution du statut et taux de régression des 92 taxons étudiés.

ESPECES / STATUT - REGRESSION	XIX ^{ème} siècle	XX ^{ème} siècle	Nb. de communes av. 1990	Nb. de communes ap. 1990	Taux de Régression	Année de la dernière observation
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsps. <i>aestivalis</i>	AC	AR	44	6	(>) - 86 %	2004
<i>Adonis flammae</i> Jacq.	R	R	23	0	- 100%	† (1980)
<i>Agrostemma githago</i> L.	CC	C	> 125	5	(>) - 96 %	2004
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	C	AC	> 45	10	(>) - 78 %	2004
<i>Allium rotundum</i> L. subsps. <i>rotundum</i>	AR	AR	14	4	71 %	2004
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	CC	CC	(42)	(67)	n.s.	2004
<i>Althaea hirsuta</i> L.	AR	AR	34	13	62 %	2004
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	CC	AC	>> 37	47	n.s.	2004
<i>Androsace maxima</i> L.	?	RR	1	0	100%	† ? (1987)
<i>Anthemis arvensis</i> L.	CC	C	>> 37	21	(>) - 43 %	2004
<i>Anthemis cotula</i> L.	AR	R	20	0	-100%	† (1980)
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	CC	C	>> 30	(57)	n.s.	2004
<i>Aphanes arvensis</i> L.	CC	AC	>> 35	28	(>) - 20 %	2004
<i>Aphanes australis</i> Rydb.	?	?	?	12	?	2004
<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	AC	AC	23	1	- 96 %	2004
<i>Asperula arvensis</i> L.	R	R	13	1	- 92 %	† ? (1997)
<i>Avena fatua</i> L.	C	C	>> 32	(66)	n.s.	2004
<i>Bifora radians</i> M. Bieb.	absent	RR	4	0	- 100%	† (1962)
<i>Bromus arvensis</i> L.	C	AC	> 24	9	(>) - 63 %	2004
<i>Bromus secalinus</i> L.	C	AR	> 56	33	(>) - 41 %	2004
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	AR	AR	11	1	93%	2004
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	AR	AR	23	0	100%	† (1976)
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	absent	R	10	11	+ 10%	2004
<i>Camelina alyssum</i> (Miller) Thell.	AR	R	12	0	100%	† (1900)
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.		AC	> 10	1	- 90%	† ? (1996)
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	cultivé !	AC	> 24	2	- 92%	2004
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]	C	AC	> 50	0	- 100%	† (1976)
<i>Centaurea cyanus</i> L.	CC	C	>> 35	47	n.s.	2004
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	AR	R	11	0	- 100%	† (1973)
<i>Cnicus benedictus</i> L.	absent	RR	1	0	- 100%	† (1909)
<i>Conrigia orientalis</i> (L.) Dumort	AC	AR	13	0	- 100%	† (1962)
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	?	R	15	5	- 67%	2004
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	C	R	> 39	24	(>) - 38 %	2004
<i>Crepis pulchra</i> L.	AC	AR	36	9	- 75%	2004
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	C	R	>> 9	(1)	- 100 %	† (1957)
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	AC	AC	> 29	6	- 79%	2004
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	CC	AC	>> 43	19	(>) - 56%	2004
<i>Euphorbia falcata</i> L.	R	R	5	0	- 100%	† (1983)
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	AC	AR	> 37	8	- 78%	2004
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	C	C	>> 96	64	(>) - 33%	2004
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.	CC	AR	>> 26	3	- 88%	2002
<i>Galium aparine</i> L. subsps. <i>aparine</i>	CC	CC	>> 152	(+) 143	n.s.	2004
<i>Galium aparine</i> L. subsps. <i>spurium</i>	?	R	7	1	- 88%	2001
<i>Galium tricornutum</i> Dandy	AC	AR	> 28	4	- 86%	2004

<i>Heliotropium europaeum</i> L.	C	AC	> 40	8	- 80%	2004
<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	AR	AR	67	24	- 64%	2004
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre	R	R	14	0	- 100%	† (1905)
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	CC	AR	>> 56	7	- 88 %	2004
<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	RR	RR	14	0	- 100%	† (1901)
<i>Lithospermum arvense</i> L.	CC	C	>> 20	13	(>) - 35 %	2004
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	AR	AR	35	0	- 100%	† (1940)
<i>Lolium temulentum</i> L.	CC	C	>> 15	0	- 100%	† (1959)
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	C	AR	> 35	5	(>) - 86%	2004
<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	RR	RR	2	0	- 100%	† (1962)
<i>Myosurus minimus</i> L.	CC	C	>> 53	19	(>) - 64 %	2004
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	R	AR	21	0	- 100%	† (1953)
<i>Nigella arvensis</i> L.	AR	AR	31	1	97%	† ? 1995
<i>Nigella damascena</i> L.	cultivé !	R	4	1	- 75 %	1996
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	AR	R	6	0	100%	† (1983)
<i>Ornithogalum nutans</i> L.	AR	R	11	4	- 64 %	2004
<i>Papaver argemone</i> L.	AC	AC	> 46	8	- 83 %	2004
<i>Papaver hybridum</i> L.	R	R	12	0	- 100%	† (1967)
<i>Papaver rhoeas</i> L.	C	C	>> 98	(+) 172	n.s	2004
<i>Phleum paniculatum</i> Hudson	AC	AR	18	1	- 94%	2004
<i>Pisum sativum</i> L.	cultivé !	R	> 14	2	- 86%	2004
<i>Polycnemum arvense</i> L.	AR	AR	29	0	- 100%	† (1962)
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	AR	AR	22	2	- 91%	† ? 1998
<i>Polygonum bellardii</i> All.	absent	RR	4	1	- 75%	1997
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	C	C	> 48	17	- 65%	2004
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	absent	RR	4	0	100%	† (1950)
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	CC	AR	>> 30	1	- 97%	† ? 1994
<i>Scleranthus annuus</i> L.	CC	C	>> 48	(+) 21	- 56%	2004
<i>Silene noctiflora</i> L.	C	AC	> 36	16	(>) - 56%	2004
<i>Sinapis alba</i> L.	AR	AR	27	14	- 48%	2004
<i>Spergula arvensis</i> L.	CC	C	>> 45	(+) 20	- 57%	2004
<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil	RR	AR	30	0	- 100%	† (1950)
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	CC	C	>> 40	16	(>) - 60%	2004
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	C	C	> 74	4	(>) - 95%	2004
<i>Thlaspi arvense</i> L.	C	C	>> 35	(+) 78	n.s.	2004
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	AR	AR	23	2	- 91%	† (1996)
<i>Tulipa sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	C	C	> 54	36	(>) - 33 %	2004
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	AR	AR	32	0	- 100%	† (1976)
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	C	R	> 14	0	- 100%	† (1964)
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	AC	AR	37	2	- 95 %	2004
<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	CC	AC	>> 36	15	(>) - 56%	2004
<i>Veronica acinifolia</i> L.	AR	R	41	1	- 98 %	2002
<i>Veronica opaca</i> Fries	?	R	15	(1)	- 93 %	† ou 1998 ?
<i>Vicia pannonica</i> Crantz	absent	R	5	2	n.s.	2004
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	absent	?	28	7	n.s.	2004
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	absent	?	1	8	n.s.	2004
<i>Viola tricolor</i> gr.	CC	C	>> 36	(+) 89	n.s.	2004

ANNEXE 11 : FREQUENCE RELATIVE ET ABONDANCE MOYENNE DES TAXONS ETUDIES DANS LES CHAMPS CULTIVES.

La fréquence relative et l'abondance moyenne des taxons étudiés dans les champs cultivés sont donnés d'après les prospections effectués en 2004 sur environ 850 parcelles.

Certains taxons aujourd'hui localisés ont des fréquences vraisemblablement surestimé du fait du mode de prospection. La précision de leur localisation (à l'échelle de la commune, de la Petite Région Agricole ou de la commune) permet de relativiser ces fréquences.

Rappel :

La fréquence relative de l'espèce i est donnée par

$$F(i) = n(i) / N$$

Avec $n(i)$: nombre de parcelles où l'espèce i est présente ;

N : nombre totale de parcelles prospectées.

L'abondance moyenne de l'espèce i est donnée par :

$$A_M(i) : \sum_{j=1}^{n(i)} A(i)_j / n(i), \text{ avec :}$$

$A(i)_j$: note d'abondance de l'espèce i dans la parcelle j ;

$n(i)$: nombre de parcelles prospectées comprenant l'espèce i.

Tableau 14 : Fréquence relative et abondance moyenne dans les champs cultivés

Légende : Dpt : département ; PRA : Petite Région Agricole ; C : commune.

	Rang	Taxons	Fréquence relative	Abondance moyenne	Remarques
TAXONS FREQUENTS	1	<i>Papaver rhoeas</i>	51,765%	1,871	
	2	<i>Alopecurus myosuroides</i>	23,765%	2,944	
	3	<i>Galium aparine</i>	21,882%	1,731	
	4	<i>Viola tricolor</i>	18,118%	2,272	
	5	<i>Centaurea cyanus</i>	14,471%	2,043	Localisé (Dpt)
	6	<i>Avena fatua</i>	12,706%	1,806	
	7	<i>Apera spica-venti</i>	11,529%	2,102	
	8	<i>Thlaspi arvense</i>	7,529%	1,968	
TAXONS ASSEZ FREQUENTS	9	<i>Anchusa arvensis</i>	4,471%	1,731	
	10	<i>Bromus secalinus</i>	4,235%	2,083	Localisé (PRA)
	11	<i>Aphanes arvensis</i>	3,647%	2,290	
	12	<i>Consolida regalis</i>	3,647%	1,467	Localisé (PRA)
	13	<i>Anthemis arvensis</i>	2,824%	1,917	
	14	<i>Scleranthus annuus</i>	2,118%	3,889	
TAXONS RARES	15	<i>Papaver argemone</i>	1,647%	2,071	
	16	<i>Valerianella rimosa</i>	1,412%	1,833	
	17	<i>Lathyrus hirsutus</i>	1,294%	1,364	
	18	<i>Arnoseris minima</i>	1,176%	1,300	Localisé (C)
	19	<i>Ranunculus arvensis</i>	1,176%	1,700	
	20	<i>Sinapsis alba</i>	1,176%	2,667	
	21	<i>Spergula arvensis</i>	1,059%	2,333	
	22	<i>Stachys annua</i>	1,059 %	1,143	
	23	<i>Vicia villosa ssp. varia</i>	1,059%	2,125	
TAXONS TRES RARES	24	<i>Lithospermum arvense</i>	0,941%	1,500	
	25	<i>Silene noctiflora</i>	0,824%	1.667	
	26	<i>Vicia villosa ssp. villosa</i>	0.824 %	2,833	
	27	<i>Agrostemma githago</i>	0,706%	1,833	Localisé (C)
	28	<i>Erysimum cheirantoides</i>	0,706%	1,000	
	29	<i>Legousia speculum-veneris</i>	0,706%	1,000	
	30	<i>Descurainia sophia</i>	0,588%	1,000*	

	31	<i>Adonis aestivalis</i>	0,471%	1,500*	
	32	<i>Althaea hirsuta</i>	0,471%	1,000*	
	33	<i>Bromus arvensis</i>	0,471%	1,500*	
	34	<i>Myosurus minimus</i>	0,471%	3,000*	
	35	<i>Pisum sativum</i>	0,471%	1,250*	
	36	<i>Aphanes australis</i>	0,353%	1,000*	
	37	<i>Heliotropium europaeum</i>	0,353%	1,500*	
	38	<i>Ajuga chamaepitys</i>	0,235%	1,000*	
	39	<i>Consolida ajacis</i>	0,235%	1,500*	Localisé (C)
	40	<i>Galium tricorntum</i>	0,235%	1,000*	
	41	<i>Valerianella dentata</i>	0,235%	2,400*	
	42	<i>Bunium bulbocastanum</i>	0,118%	1,000*	Localisé (C)
	43	<i>Camelina sativa</i>	0,118 %	1,000*	Localisé (C)
	44	<i>Misopates orontium</i>	0,118%	3,000*	
	45	<i>Stachys arvensis</i>	0,118%	3,000*	

ANNEXE 12 : FREQUENCE RELATIVE ET ABONDANCE MOYENNE DES TAXONS ETUDIES DANS LES VIGNES.

Les fréquences relatives et l'abondance moyenne des taxons étudiées dans le vignoble sont données d'après les prospections effectuées en 2004 sur environ 1520 parcelles.

Les mêmes remarques que pour les champs cultivés sont valables.

Tableau 15 : fréquence relative et abondance moyenne dans les vignes.

	Rang	Taxons	Fréquence relative	Abondance moyenne	Remarques
TAXONS ASSEZ FREQUENT	1	<i>Thlaspi arvense</i>	20,345%	2,239	
	2	<i>Viola tricolor</i>	5,517%	1,938	
	3	<i>Tulipa sylvestris</i>	4,399%	2,761	surestimée
	4	<i>Gagea villosa</i>	3,546%	1,259	surestimée
	5	<i>Alopecurus myosuroides</i>	3,333%	2,2	sous-estimé
	6	<i>Papaver rhoeas</i>	3,333%	1,8	sous-estimé
	7	<i>Calepina irregularis</i>	2,035%	3,226	surestimée
	8	<i>Anchusa arvensis</i>	2,000%	2,6	
TAXONS RARES	9	<i>Althaea hirsuta</i>	0,722%	1,818	
	10	<i>Misopates orontium</i>	0,460%	2,286	
	11	<i>Ornithogalum nutans</i>	0,263%	2,5	
	12	<i>Allium rotundum</i>	0,197%	1	
	13	<i>Lithospermum arvense</i>	0,197%	3	
	14	<i>Myosurus minimus</i>	0,197%	2	
	15	<i>Bromus arvensis</i>	0,131%	2	
	16	<i>Crepis pulchra</i>	0,131%	2	
	17	<i>Gagea pratensis</i>	0,131%	1,5	
	18	<i>Heliotropium europaeum</i>	0,131%	1,5	
	19	<i>Phleum paniculatum</i>	0,131%	2	
	20	<i>Consolida regalis</i>	0,066%	1	accidentelle dans les vignes
	21	<i>Descurainia sophia</i>	0,066%	2	
	22	<i>Papaver argemone</i>	0,066%	3	

ANNEXE 13 : TABLEAU RECAPITULATIF : TAUX DE REGRESSION, FREQUENCE RELATIVE ET ABONDANCE EN 2004.

En guise de résumé à l'analyse brutes des résultats, les taxons sont rangés selon le taux de régression décroissant puis selon un « indice de rareté » (cf. *infra*). La fréquence relative et l'abondance moyenne sont rappelées. Ces deux mesures permettent de calculer un indice plus globale que nous avons appelé « indice de rareté ».

Tableau 16 : Tableau récapitulatif (régression, fréquence, abondance).

	TAXONS	Taux de régression	Fréquence relative	Abondance moyenne	Indice rareté
TAXONS DISPARUS AVANT 1990	1 <i>Adonis flammea</i> Jacq.	-100%	/	/	0
	2 <i>Androsace maxima</i> L.	-100%	/	/	0
	3 <i>Anthemis cotula</i> L.	-100%	/	/	0
	4 <i>Bifora radians</i> M. Bieb.	-100%	/	/	0
	5 <i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	-100%	/	/	0
	6 <i>Camelina alyssum</i> (Miller) Thell.	-100%	/	/	0
	7 <i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	-100%	/	/	0
	8 <i>Chrysanthemum segetum</i> L.	-100%	/	/	0
	9 <i>Cnicus benedictus</i> L.	-100%	/	/	0
	10 <i>Conrigia orientalis</i> (L.) Dumort	-100%	/	/	0
	11 <i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	-100%	/	/	0
	12 <i>Euphorbia falcata</i> L.	-100%	/	/	0
	13 <i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre	-100%	/	/	0
	14 <i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	-100%	/	/	0
	15 <i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	-100%	/	/	0
	16 <i>Lolium temulentum</i> L.	-100%	/	/	0
	17 <i>Myagrum perfoliatum</i> L.	-100%	/	/	0
	18 <i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	-100%	/	/	0
	19 <i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	-100%	/	/	0
	20 <i>Papaver hybridum</i> L.	-100%	/	/	0
	21 <i>Polycnemum arvense</i> L.	-100%	/	/	0
	22 <i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	-100%	/	/	0
	23 <i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil	-100%	/	/	0
	24 <i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	-100%	/	/	0
	25 <i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	-100%	/	/	0
TAXONS EN FORTE REGRESSION > 75%	26 <i>Veronica acinifolia</i> L.	-98%	/	/	0
	27 <i>Nigella arvensis</i> L.	-97%	/	/	0
	28 <i>Scandix pecten-veneris</i> L.	-97%	/	/	0
	29 <i>Agrostemma githago</i> L.	-96%	0,7 %	2,833	0,020
	30 <i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	-96%	1,2 %	2,400	0,028
	31 <i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	-95%	0,2 %	1,000	0,002
	32 <i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	-95%	0,1 %	3,000	0,003
	33 <i>Phleum paniculatum</i> Hudson	-94%	0,1 %	2,000	0,002
	34 <i>Bunium bulbocastanum</i> L.	-93%	0,1 %	1,000	0,001
	35 <i>Veronica opaca</i> Fries	-93%	/	/	0
	36 <i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	-92%	0,1 %	1,000	0,001
	37 <i>Asperula arvensis</i> L.	-92%	/	/	0
	38 <i>Polycnemum majus</i> A. Braun	-91%	/	/	0
	39 <i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	-91%	/	/	0
	40 <i>Camelina microcarpa</i> Andr. Ex DC.	-90%	/	/	0
	41 <i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	-88%	0,7 %	1,000	0,007
	42 <i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.	-88%	/	/	0

TAXONS EN REGRESSION MARQUEE < 33 % & > 75 %	43	<i>Galium aparine</i> L. Subsp. <i>spurium</i>	-88%	/	/	0	
	44	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	-86%	0,2 %	1,500	0,003	
	45	<i>Pisum sativum</i> L.	-86%	0,5 %	1,250	0,006	
	46	<i>Adonis aestivalis</i> L. subsps. <i>Aestivalis</i>	-86%	0,5 %	1,500	0,007	
	47	<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	-86%	0,5 %	2,375	0,012	
	48	<i>Papaver argemone</i> L.	-83%	1,6 %	2,133	0,035	
	49	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	-80%	0,4 %	1,250	0,005	
	50	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	-79%	0,6 %	2,000	0,012	
	51	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	-78%	0,2 %	1,500	0,003	
	52	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	-78%	0,1 %	1,500	0,001	
	53	<i>Crepis pulchra</i> L.	-75%	0,1 %	2,000	0,002	
	54	<i>Nigella damascena</i> L.	-75%	/	/	0	
	55	<i>Polygonum bellardii</i> All.	-75%	/	/	0	
	TAXON EN MAITIEN RELATIFS +/- 25 %	56	<i>Allium rotundum</i> L. subsp. <i>rotundum</i>	-71%	0,2 %	1,000	0,002
		57	<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	-67%	0,2 %	1,000	0,002
58		<i>Ranunculus arvensis</i> L.	-65%	1,2 %	1,300	0,016	
59		<i>Ornithogalum nutans</i> L.	-64%	0,3 %	2,500	0,008	
60		<i>Myosurus minimus</i> L.	-64%	0,5 %	2,571	0,013	
61		<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	-64%	1,3 %	1,364	0,018	
62		<i>Ornithogalum nutans</i> L.	-64%	0,3 %	2,500	0,008	
63		<i>Bromus arvensis</i> L.	-63%	0,5 %	1,000	0,005	
64		<i>Althaea hirsuta</i> L.	-62%	0,7 %	1,600	0,011	
65		<i>Stachys annua</i> (L.) L.	-60%	1,1 %	1,500	0,016	
66		<i>Spergula arvensis</i> L.	-57%	1,1 %	2,667	0,028	
67		<i>Silene noctiflora</i> L.	-56%	0,8 %	1,000	0,008	
68		<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	-56%	0,7 %	1,833	0,013	
69		<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	-56%	1,4 %	1,833	0,026	
70		<i>Scleranthus annuus</i> L.	-56%	2,1 %	3,889	0,082	
71		<i>Sinapis alba</i> L.	-48%	1,2 %	1,700	0,020	
72		<i>Anthemis arvensis</i>	-43%	2,8 %	1,917	0,054	
73		<i>Bromus secalinus</i> L.	-41%	4,2 %	2,083	0,087	
74		<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	-38%	3,6 %	1,406	0,051	
75		<i>Lithospermum arvense</i> L.	-35%	0,9 %	2,364	0,021	
76		<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	-33%	3,5 %	1,259	0,044	
77		<i>Tulipa sylvestris</i> L.	-33%	4,4 %	2,761	0,121	
78		<i>Aphanes arvensis</i> L.	-20%	3,6 %	2,290	0,082	
79	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	10%	2,0 %	3,226	0,066		
80	<i>Vicia pannonica</i> Crantz	n.s	0,1 %	1,000	0,001		
81	<i>Aphanes australis</i> Rydb.	n.s	0,4 %	1,667	0,007		
82	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	n.s	1,1 %	1,143	0,012		
83	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	n.s	0,8 %	2,333	0,019		
84	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	n.s	4,5 %	2,165	0,097		
85	<i>Thlaspi arvense</i> L.	n.s	7,5 %	2,060	0,155		
86	<i>Avena fatua</i> L.	n.s	12,7 %	1,806	0,229		
87	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	n.s	11,5 %	2,102	0,242		
88	<i>Centaurea cyanus</i> L.	n.s	14,5 %	2,043	0,296		
89	<i>Viola tricolor</i> gr.	n.s	14,9 %	2,239	0,334		
90	<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	n.s	21,9 %	1,986	0,379		
91	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	n.s	18,2 %	2,855	0,520		
92	<i>Papaver rhoeas</i> L.	n.s	51,8 %	1,773	0,969		

*Indice de rareté = Frequence relative * Abondance moyenne

ANNEXE 14 : COMPARAISON DE L'ABONDANCE AVANT 1950 ET APRES 2000.

En comparant les annotations concernant l'abondance des espèces dans les manuscrits des botanistes du début du siècle et l'abondance moyenne calculée à partir des observations de terrain effectuées en 2004, le tableau 17 met en évidence l'évolution des populations de quelques taxons dans les champs.

Tableau 17 : Abondance de quelques taxons avant 1950 et en 2004.

Taxons	Abondance avant 1950	Evolution	Abondance moyenne 2004 ; plus forte abondance observée
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	Abondant (LOYSON, n.d. [1940])	--	Toujours faible 1.5 ; 2
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Quelquefois très abondant (LOYSON, n.d. [1940])	Stable	Quelquefois abondant 1.917 ; 4
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	Abondant (WALTER, n.d. [1950])	Stable voir +	Souvent abondant 2.102 ; 5
<i>Aphanes arvensis</i> L.	Abondant à très abondant (LOYSON, n.d. [1940])	-	Quelquefois abondant 2.290 ; 5
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]	Abondant (LOYSON, n.d. [1940])	---	disparu
<i>Crepis pulchra</i> L.	Isolé (LOYSON, n.d. [1940])	Stable	Toujours faible 1 ; 1
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Souvent en fortes colonies (RASTETTER, 1995)	-	Souvent faible, quelquefois envahissant (colza) 2 ; 5
<i>Euphorbia falcata</i> L.	Abonde (ISSLER, 1901), en masse (RASTETTER, 1963)	---	disparu
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	en immense quantité ! (WALTER n.d. [1950])	---	Toujours faible 1.5 ; 2
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	Abondant (WALTER n.d. [1950])	--	Toujours faible 1.259 ; 2
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Variable : 2 pieds (LOYSON, 1926), fortes colonies (LOYSON, 1929)	-	Parfois assez abondant (vignes) 1.250 ; 3
<i>Lolium temulentum</i> L.	Abondante (WALTER n.d. [1950])	---	disparu
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Abondante (VOSELDMANN, 1863)	---	disparu
<i>Ornithogalum nutans</i> L.	Abondante (WALTER n.d. [1950])	Stable	Presque toujours abondante 2.5 ; 4
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	en abondance (WALTER n.d. [1950])	--	Toujours faible 1.3 ; 2
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Abondant (LOYSON, 1926)	---	disparu
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Abondant (LOYSON, 1940)	--	Assez faible 1.5 ; 2
<i>Stachys arvensis</i> L.	Abondant (LOYSON, 1940)	?	Abondant (1 obs.) 3* ; 3
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Poll.	abondant dans quelques champs (LOYSON, 1940)	--	Toujours faible 1 ; 1
<i>Veronica acinifolia</i> L.	Abondant (LOYSON, 1932)	---	?

ANNEXE 15 : LISTE DES TAXONS EN 4 CATEGORIES DE MENACES DECROISSANTES

En tenant compte des taux de régression, de la fréquence relative, du nombre de communes où les taxons sont encore présents, de l'abondance moyenne ainsi que, de manière plus subjective, de la menace générale qui pèse sur les différents taxons, 4 catégories de taxons ont été dégagées.

Légende (valable pour tous les tableaux de l'annexe 15) : N : néophyte ; LRA : Liste Rouge d'Alsace.

Catégorie 1 : Taxons disparus avant 1990

Tableau 18 : Liste des taxons de la catégorie 1 (disparu).

Taxons	Année de la dernière observation	Statut
<i>Camelina alyssum</i> (Miller) Thell.	† (1900)	1
<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	† (1901)	LRA
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre	† (1905)	2
<i>Cnicus benedictus</i> L.	† (1909)	2
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	† (1940)	LRA
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	† (1950)	1
<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil	† (1950)	1
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	† (1953)	1
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	† (1957)	1
<i>Lolium temulentum</i> L.	† (1959)	1
<i>Bifora radians</i> M. Bieb.	† (1962)	1
<i>Conrigia orientalis</i> (L.) Dumort	† (1962)	1
<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	† (1962)	1
<i>Polycnemum arvense</i> L.	† (1962)	1
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	† (1964)	1
<i>Papaver hybridum</i> L.	† (1967)	2
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	† (1973)	LRA
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	† (1976)	1
<i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	† (1976)	2
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	† (1976)	1
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	† (1980)	1
<i>Anthemis cotula</i> L.	† (1980)	LRA
<i>Euphorbia falcata</i> L.	† (1983)	2
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	† (1983)	1
<i>Androsace maxima</i> L.	† (1987)	1

Catégorie 2 : Taxons en danger

Tableau 19 : Liste des taxons de la catégorie 2 (en danger).

(2a) Taxons en danger non revues régulièrement après 1990	Taux de régression	Année de la dernière observation		Nb de communes connues après 1990	Statut
<i>Asperula arvensis</i> L.	-92%	1997		1	1
<i>Camelina microcarpa</i> Andrz. ex DC.	-90%	1996		1	1
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>spurium</i>	-88%	2001		1	1
<i>Nigella arvensis</i> L.	-97%	1995		1	1
<i>Nigella damascena</i> L.	-75%	1996		2	néant
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	-91%	1998		2	1
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	-97%	1994		1	3
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	-91%	1996		2	1
<i>Veronica acinifolia</i> L.	-98%	2002		2	LRA
<i>Veronica opaca</i> Fries	-93%	1998		1	LRA
(2b) Taxons en danger régulièrement revues après 1990	Taux de régression	Nb de stations connues en 2004	Nb de pieds approx.	Nb. de communes connues en 2004	Statut
<i>Agrostemma githago</i> L.	-96%	7	500	1	1
<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	-96%	10	> 1000	1	LRA
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	-95%	1	100	1	LRA
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	-95%	2	?	2	2
<i>Phleum paniculatum</i> Hudson	-94%	2	< 50	2	LRA
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	-93%	1	30	1	2
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	-92%	1	1	1	1
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	-88%	6	15	4	2
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.	-88%	1	50	1	LRA
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>aestivalis</i>	-86%	6	220	6	1
<i>Galium tricorutum</i> Dandy	-86%	2	< 50	4	2
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	-86%	10	300	5	LRA
<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>arvense</i>	-86%	2	< 10	2	LRA
<i>Papaver argemone</i> L.	-83%	19	200	8	2
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	-80%	8	< 75	8	LRA
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	-79%	6	200	6	LRA
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	-78%	10	< 100	10	2
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	-78%	8	< 50	8	LRA
<i>Crepis pulchra</i> L. (N)	-75%	9	100	9	LRA
<i>Polygonum bellardii</i> All. (N)	-75%	1	?	1	1
<i>Allium rotundum</i> L. subsp. <i>rotundum</i>	-71%	5	< 20	3	2
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur (N)	-67%	2	3	2	1
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	-65%	10	< 30	9	2
<i>Ornithogalum nutans</i> L. (N)	-64%	7	300	4	1

Catégorie 3 : Taxons en régression marquée mais encore assez bien représentée au moins dans certains secteurs.

Tableau 20 : Liste des taxons de la catégorie 3 (régression marquée).

Taxons	Taux de régression	Fréquence relative	Nb. de communes connues en 2004	Statut
<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	-64%	1,294%	(+) 24	LRA
<i>Myosurus minimus</i> L.	-64%	0,471%	19	LRA
<i>Bromus arvensis</i> L.	-63%	0,471%	(+) 9	2
<i>Althaea hirsuta</i> L.	-62%	0,722% (V)	13	LRA
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	-60%	1,059 %	(+) 16	2
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	-56%	0,706%	(+) 20	LRA
<i>Silene noctiflora</i> L.	-56%	0,824 %	(+) 19	LRA
<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	-56%	1,412%	(+) 16	2
<i>Sinapis alba</i> L.	-48%	1,176%	(++) 15	3
<i>Anthemis arvensis</i> L.	-43%	2,824%	14	LRA
<i>Bromus secalinus</i> L.	-41%	4,235%	(+) 21	1
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	-38%	3,647%	33	2
<i>Lithospermum arvense</i> L.	> (-35%)	0,941%	(+) 24	3

Catégorie 4 : Taxons se maintenant plus ou moins (au moins dans certains secteurs).

Tableau 21 : liste des taxons de catégorie 4 (en maitien).

Taxons	Taux de régression	Fréquence relative	Nb. de communes connues en 2004	Statut
<i>Spergula arvensis</i> L.	-57%	1,059%	(++) 20	3
<i>Scleranthus annuus</i> L.	- 56%	2,118%	(++) 21	3
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	- 33%	3,546% (V)	64	2
<i>Tulipa sylvestris</i> L.	- 33%	4,399% (V)	36	2
<i>Aphanes arvensis</i> L.	- 20%	3,647%	28	3
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	+ 10%	2,035% (V)	11	2
<i>Centaurea cyanus</i> L.	n.s.	14,471%	47	2
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	n.s.	23,765%	67	3
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	n.s.	4,471%	47	2
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	n.s.	11,529%	57	3
<i>Avena fatua</i> L.	n.s.	12,706%	66	3
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	n.s.	21,882 %	(+) 143	3
<i>Papaver rhoeas</i> L.	n.s.	51,765%	(+) 172	3
<i>Thlaspi arvense</i> L.	n.s.	7,529%	(+) 78	2
<i>Viola tricolor</i> gr.	n.s.	18,188%	(+) 89	3

Taxons hors catégories dont le statut reste à préciser :

NB : *Aphanes australis* Rydb était autrefois confondue avec *Aphanes arvensis* L.. En conséquence, très peu de données anciennes concernent la première espèce bien que des échantillons d'herbiers aient été redéterminés (TINGUY, 2004). Dans les champs cultivés, elle semble beaucoup plus rare que *Aphanes arvensis* L. et très localisée sur les sols sablonneux-acides (ex : à Haguenau). Dans les milieux naturels, on la trouve également sur les pelouses sablonneuses de la plaine et sur les chemins bien exposés des Vosges moyennes (TINGUY, 2004). Espèce méconnue, son statut reste à préciser.

Les 3 vesces sont des adventices néophytes en Alsace. *Vicia pannonica* Crantz est rarement citée en Alsace, où elle apparaît épisodiquement çà et là. Les deux sous-espèces de *Vicia villosa* Roth, introduites vers la fin du XIX^{ème} siècle sont plus répandues dans la région. Faute de distinction suffisante entre les deux sous-espèces, très peu de données anciennes permettent de se faire une véritable idée de l'évolution de ces deux taxons.

Tableau 22 : Liste des taxons hors catégorie (statut à préciser).

Taxons	Régression	Fréquence relative	Nb. de communes connues en 2004	Statut
<i>Aphanes australis</i>	?	0.353%	10	néant
<i>Vicia pannonica</i> Crantz	?	/	2	2
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	?	1,059%	7	3
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	?	0,824	8	2

ANNEXE 16 : COMPARAISON DU STATUT DES MESSICOLES EN ALSACE ET DANS LES REGIONS LIMITROPHES.

Afin de mieux cerner les statuts dégagés pour les taxons étudiés en Alsace, ceux-ci sont comparés à ceux des régions limitrophes : Jura (PROST, 2000) et Lorraine (VERNIER, 2001) en France, Pays de Bade et Palatinat (LANG & WOLFF, 1993) en Allemagne et Suisse (LAUBER & WAGNER, 1996). A titre de rappel, le statut retenu dans le Plan National pour la conservation des plantes messicoles (ABOUCAÏA *et al.*, 2000) est rappelé.

Tableau 23 : statut des 92 taxons étudiés dans les régions limitrophes à l'Alsace.

Catégorie 1a ; disparus	Statut Pays de Bade	Statut Palatinat	Statut Suisse	Statut Jura	Statut Lorraine	Statut France
<i>Camelina alyssum</i> (Miller) Thell.	disparu	disparu	disparu	disparu	non signalé	1
<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	disparu	disparu	RR	absent	absent	LRA
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre	RR	RR (5)	RR	disparu	R	2
<i>Cnicus benedictus</i> L. (N)	absent	absent	absent	absent	absent	2
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	disparu	disparu	disparu	R	RR	LRA
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC. (N)	absent	absent	absent	absent	absent	1
	disparu	disparu	disparu	RR ou disparu	RR	
<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil						1
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	AR	disparu	R	RR	RR	1
<i>Lolium temulentum</i> L.	Ou	disparu	RR	disparu	R	1
<i>Bifora radians</i> M. Bieb. (N)	(N) RR	RR (1)	RR	RR (1)	absent	1
<i>Conrigia orientalis</i> (L.) Dumort	RR	disparu	RR	(N)	RR	1
<i>Myagrum perfoliatum</i> L. (N)	(N) RR	disparu	RR	disparu	absent	1
<i>Polycnemum arvense</i> L.	RR	disparu	RR	disparu	RR	1
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert (N)	disparu	disparu	RR	disparu	RR	1
<i>Papaver hybridum</i> L.	absent	RR (1)	RR	absent	RR	2
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Ou	RR (7)	RR	/	absent	LRA
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	RR	disparu	RR	RR	RR (2)	1
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	RR	disparu	RR	disparu	RR	1
		RR (2)	RR	disparu	RR ou disparue	
<i>Adonis flammea</i> Jacq.						1
<i>Anthemis cotula</i> L.	AR	RR (2)	R	RR	RR	LRA
<i>Euphorbia falcata</i> L.	(N) 2	RR (3)	RR	R	absent	2
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	RR	disparu	RR	R	RR (2)	1
<i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	RR	RR (2)	RR	RR	RR (2)	2
<i>Androsace maxima</i> L.	absent	disparu	RR	absent	RR	1
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	disparu	disparu	disparu	non signalé	non signalé	1
Catégorie 2a ; RR						
<i>Veronica acinifolia</i> L.	RR	RR (2)	RR	R	absent	LRA
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	RR	RR (3)	RR	R	RR (5)	3
<i>Nigella arvensis</i> L.	RR	RR (2)	RR	disparu	RR	1
	RR	RR (1)	absent	RR ou disparu ?	RR	
<i>Veronica opaca</i> Fries						LRA
<i>Asperula arvensis</i> L.	Ou	disparu	RR	disparu	R	1
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	RR	disparu	RR	R	RR	
						1
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	RR	RR (1)	RR	R	RR	1
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.	AR	AR (19)	R	Absent	RR (9)	1
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>spurium</i>	AR	R (14)	AR	RR	R	1
<i>Nigella damascena</i> L. (N)	?	?	/	/	RR (1)	/
Catégorie 2b ; R à RR						
<i>Agrostemma githago</i> L.	R	AR (18)	RR	RR	RR (3) ou disparu	1
<i>Arnoseric minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	RR	R (14)	disparu	RR	RR ou disparu	LRA
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	R	AR	RR	AR	R	LRA
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	AC	R	R	AR	AC	2
<i>Phleum paniculatum</i> Hudson	RR	disparu	RR	absent	absent	LRA

<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	R		R	R		2
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	AR	AR (22)	R	RR ou disparu		1
<i>Galeopsis angustifolia</i> Ehrh. ex Hoffm.	C	AR	AC	C	C	LRA
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	AR	R (10)	AC	AC	AR	2
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>aestivalis</i>	AR	RR (8)	RR	disparu	RR (11)	1
<i>Galium tricornutum</i> Dandy	R	RR (3)	RR	RR	R	2
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	R	AC à R	R	R	AR	LRA
<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>arvense</i>	?	?	/	cultivé	AR	LRA
<i>Papaver argemone</i> L.	AR	AC	R	RR	R	2
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	R	RR (1)	RR en expansion	R	RR ou disparu	LRA
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	AR	AR	AR	RR	RR (2)	LRA
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	R	R (15)	R	AC	AR	2
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	AR	AR	RR	absent	RR	LRA
<i>Crepis pulchra</i> L. (N)	AR	RR (5)	RR	RR	R	LRA
<i>Polygonum bellardii</i> All. (N)	absent	absent	absent	absent	absent	1
<i>Allium rotundum</i> L. subsp. <i>rotundum</i>	R	R (16)	RR	RR	RR	2
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur (N)	(N)	(N)	R (N)	(N)	(N)	1
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	AR	AR	AC	RR	R	2
<i>Ornithogalum nutans</i> L. (N)	(N) 3	RR (2)	RR	RR	R	1
Catégorie 3 ; AR à R						
<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	AR	R (11)	RR	AR	R	LRA
<i>Myosurus minimus</i> L.		AR	disparu	RR	RR (8)	LRA
<i>Bromus arvensis</i> L.	AR	AR	AR	AR	AR	2
<i>Althaea hirsuta</i> L.	R	RR (7)	RR	AR	R	LRA
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	AR	R	AR	AR	AR	2
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	AC	AR	AR	AC	R	LRA
<i>Silene noctiflora</i> L.	AC	AR	AR	AR	R	LRA
<i>Valerianella ramosa</i> Bast.	R	R	RR	AR	AR	2
<i>Sinapis alba</i> L.	/	AR	R	R	R	3
<i>Anthemis arvensis</i> L.	AC	AC	AC	R	AC	LRA
<i>Bromus secalinus</i> L.	AR	AR	R	R	AR	1
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	AR	AR	R	R	AR	2
<i>Lithospermum arvense</i> L.	AR	AR	AR	R	AR	3
<i>Centaurea cyanus</i> L.	C	C	AC	RR	R	2
Catégorie 4 ; CC à AC						
<i>Spergula arvensis</i> L.	AC	C	AC	AC	AC	3
<i>Scleranthus annuus</i> L.	C	AC	AR	C	AR	3
<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	AR	AC	RR	RR	RR (5)	2
<i>Tulipa sylvestris</i> L. (N)	AR	RR (3)	RR	AR	RR (6)	2
<i>Aphanes arvensis</i> L.	C	C	AC	AC	AC	3
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell. (N)	Ou	RR (4)	RR	R, en extension	RR (3)	2
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	C	C	AC	C	AC	3
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	C	C	AR	R	AC	2
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	C	CC	C	AR	AR	3
<i>Avena fatua</i> L.	C	C	AR	AC à AR	AR	3
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	C	CC	CC	C	C	3
<i>Papaver rhoeas</i> L.	C	CC	C	C	C	3
<i>Thlaspi arvense</i> L.	C	C	CC	AC	R	2
<i>Viola tricolor</i> gr.	C	C	CC	AR	C	3
Hors Catégorie ; ?						
<i>Aphanes australis</i> Rydb.	AR	AR	RR	R à RR	RR	
<i>Vicia pannonica</i> Crantz (N)	?	R	RR	RR	absent	
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb. (N)	C	R	R	RR ou disparu	non signalé	
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i> (N)	C	AC	R	non signalé	AR	

ANNEXE 17 : ANALYSE DES CARACTERISTIQUES BIONOMIQUES DES ESPECES EN REGRESSION ET EN MAINTIEN.

Pour chaque caractère « bionomique » étudié (cf. Annexe 9), nous donnons : le tableau des effectifs observés (eff. obs.) ; le tableau donnant la différence entre effectifs observés et effectifs théoriques ou espérés (diff. eff. obs. – eff. esp.), ceci afin de bien mettre en évidence les liens entre le statut des espèces (régression ou maintien) et les modalités des caractères bionomiques ; les résultats du test du Khi2.

Tableau de contingence entre la variable « Espèces en régression ou non » et :

➤ VARIABLES ECOLOGIQUES :

1- la variable « Amplitude d'habitat »

Eff. Obs.	Hab1	Hab2	Hab3
Reg1	32	28	11
Reg2	0	6	16

KHI2 = 5,991476357
DDL = 2
Z = 29,54615752
p = 3,83825E-07

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	Hab1	Hab2	Hab3
Reg1	7,569892	2,0430107	-9,612903
Reg2	-7,569892	-2,0430107	9,612903

2- la variable « Origine biogéographique » :

Eff. Obs.	ori1	ori2
Reg1	4	68
Reg2	8	17

KHI2 = 3,841455338
DDL = 1
Z = 11,97051852
P = 0,000540489

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	ori1	ori2
Reg1	-4,907217	4,9072165
Reg2	4,907217	-4,9072165

Plus de 20 % des effectifs théoriques (25 %) sont inférieurs à 5, le test n'est donc pas valide.

3- la variable « capacité à coloniser les vignes » :

Eff. Obs.	Vig1	Vig2	Vig3
Reg1	5	11	42
Reg2	4	12	16

KHI2 = 5,991476357
DDL = 2
Z = 13,61479034
P = 0,001105569

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	Vig1	Vig2	Vig3
Reg1	0,319588	-7,2680412	6,948454
Reg2	-0,319588	7,2680412	-6,948454

4- la variable « exigence trophique » :

Eff. Obs.	n	i	o
Reg1	6	46	20
Reg2	12	12	1

KHI2 = 5,991476357
DDL = 2
Z = 21,3640686
P = 2,29536E-05

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	n	i	o
Reg1	-7,360824	2,948454	4,412371
Reg2	7,360824	-2,948454	-4,412371

➤ VARIABLES GENETIQUES :

1- la variable « ploïdie » :

Eff. Obs.	plo1	plo2
Reg1	49	23
Reg2	14	11

KHI2 = 3,84145534
DDL = 1
Z = 1,18467502
P = 0,27640648

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	plo1	plo2
Reg1	2,237113	-2,237113
Reg2	-2,237113	2,237113

P > 0.05, test non significatif.

➤ VARIABLES BIOLOGIQUES :

1- la variable « longévité des semences » :

Eff. Obs.	Lon1	Lon2	Lon3	Lon4
Reg1	9	7	9	46
Reg2	1	3	13	9

KHI2 = 7,8147247
DDL = 3
Z = 16,2362504
p = 0,00101427

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	Lon1	Lon2	Lon3	Lon4
Reg1	1,680412	-0,319588	-7,103093	5,742268
Reg2	-1,680412	0,319588	7,103093	-5,742268

2- la variable « type biologique » :

Eff. Obs.	typ1	typ2	typ4
Reg1	67	4	1
Reg2	22	3	0

KHI2	5,99147636
DDL	2
Z =	1,46685037
p	0,48026119

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	typ1	typ2	typ3
Reg1	0,938144	-1,195876	0,257732

Reg2	-0,938144	1,195876	-0,257732
------	-----------	----------	-----------

3- la variable « époque de levée » :

Eff. Obs.	Lev1	Lev2	Lev3
Reg1	58	3	8
Reg2	14	9	2

KHI2	5,99147636
DDL	2
Z=	16,5106989
p	0,00025986

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	Lev1	Lev2	Lev3
Reg1	5,148936	-5,808511	0,659574
Reg2	-5,148936	5,808511	-0,659574

Plus de 20 % des effectifs théoriques sont inférieurs à 5, le test n'est donc pas valide.

4- la variable « époque de floraison »

Eff. Obs.	Flo1	Flo2	Flo3	Flo4
Reg1	6	25	31	8
Reg2	5	7	13	0

KHI2	7,8147247
DDL	3
Z=	5,49719968
p	0,1388062

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	Flo1	Flo2	Flo3	Flo4
Reg1	-2,105263	1,421053	-1,421053	2,105263
Reg2	2,105263	-1,421053	1,421053	-2,105263

$P > 0.05$, teste non significatif

5- la variable « taille à la moisson »

Eff. Obs.	t1	t2
Reg1	28	44
Reg2	11	14

KHI2	3,84145534
DDL	1
Z=	0,2016426
p	0,99524657

Diff. Eff. Obs. – Eff. Esp.	t1	t2
Reg1	-0,948454	0,948454
Reg2	0,948454	-0,948454

$p > 0.05$, test non significatif

ANNEXE 18 : NOMBRE DE SEMENCES PRODUITES PAR INDIVIDU.

Parmi les caractères biologiques, certains n'ont pu être pris en compte dans les analyses statistiques, faute de données suffisamment nombreuses. Parmi celles-ci, le nombre de semences produites par individu méritent toutefois d'être détaillé.

Tableau 24 : Nombre de semences produites par individu pour quelques taxons

ESPECES	Nombre approximatif de semences produites par un individu (HANF, 1999)
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	200-1200
<i>Anthemis arvensis</i> L.	4000-5000
<i>Avena fatua</i> L.	250
<i>Centaurea cyanus</i> L.	700-1600
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	2000
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	200
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	10000
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	3500
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	300-400
<i>Lithospermum arvense</i> L.	200
<i>Nigella arvensis</i> L.	100-300
<i>Papaver argemone</i> L.	3000
<i>Papaver rhoeas</i> L.	20000
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	150-900
<i>Scleranthus annuus</i> L.	100
<i>Spergula arvensis</i> L.	3000
<i>Thlaspi arvense</i> L.	900
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	250
<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	250
<i>Viola tricolor</i> gr.	2500

ANNEXE 20 : TAXONS PRESENTS EXCLUSIVEMENT OU NON DANS LE VIGNOBLE ALSACIEN.

Parmi les adventices du vignoble, certaines ont toujours été exclusives de ce milieu (colonne de gauche), d'autres sont présentes à la fois dans les céréales et les vignes (colonnes de droite). Parmi cette dernière catégorie un nombre non négligeable a aujourd'hui disparu (ou est sur le point de disparaître) des champs de céréales et ne doit son maintien qu'à la présence de la vigne (colonne du milieu).

Tableau 25 : Liste des taxons présents exclusivement ou non dans le vignoble alsacien.

Légende :

N : Néophyte (= plante introduite après 1500) ; G : géophyte.

Espèces (autrefois) uniquement présentes dans les vignes		Espèces autrefois présentes dans les vignes et les champs ; aujourd'hui uniquement dans les vignes ou très rares dans les champs		Espèces (autrefois pour certaines disparues) présentes dans les vignes et dans les champs	
<i>Allium rotundum</i> L. subsp. <i>rotundum</i>	G	<i>Althaea hirsuta</i> L.		<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	
<i>Androsace maxima</i> L.		<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	G	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	N	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	G	<i>Bromus arvensis</i> L.	
<i>Cnicus benedictus</i> L.	N	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort	G	<i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	N	<i>Ornithogalum nutans</i> L.		<i>Crepis pulchra</i> L.	N
<i>Tulipa sylvestris</i> L.	NG	<i>Phleum paniculatum</i> Hudson		<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	
		<i>Veronica acinifolia</i> L.		<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	
		<i>Scandix pecten-veneris</i> L.		<i>Heliotropium europaeum</i> L.	
				<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	
				<i>Lithospermum arvense</i> L.	
				<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	
				<i>Myosurus minimus</i> L.	
				<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	
				<i>Papaver rhoeas</i> L.	
				<i>Thlaspi arvense</i> L.	
				<i>Veronica opaca</i> Fries	
				<i>Vicia pannonica</i> Crantz	N
				<i>Viola tricolor</i> gr.	

ANNEXE 21 : ANALYSE DES CORRELATIONS ENTRE PRATIQUES CULTURALES (ENHERBEMENT, DESHERBAGE) ET REPARTITION SPATIALE DES ESPECES DANS LA PARCELLE.

La répartition des adventices dans les parcelles de vignes peut-être interprétée comme un indicateur des réactions des espèces aux pratiques culturales (GUILLERM, n.d.). Suivant cette hypothèse, nous avons tenté d'analyser les liens entre les pratiques d'enherbement et de désherbage avec la répartition de deux espèces (*Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet, *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*). Les tableaux donnent les effectifs observés, la différence entre effectifs observés et effectifs théoriques ou espérés et le test du Khi2.

Légende :

ENM ½ : Enherbement Naturel Maîtrisé un rang sur deux.

ENA ½ : ENherbement Artificiel un rang sur deux.

D.X. : désherbage chimique.

D.M. : désherbage mécanique.

D.XM. : désherbage mixte.

➤ 1. *Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet

Observations	labouré sur tous les rangs	ENM 1/2	ENA 1/2	TOTAL
Zones labourées	1	0	30	31
Disséminé indifféremment	9	4	0	13
Zones enherbées	0	4	3	7

Effectifs théoriques	labouré sur tous les rangs	ENM 1/2	ENA 1/2
Zones labourées	6,07843137	4,8627451	20,0588235
Disséminé indifféremment	2,54901961	2,03921569	8,41176471
Zones enherbées	1,37254902	1,09803922	4,52941176

Différence (Observations – Effectifs théoriques).	labouré sur tous les rangs	ENM 1/2	ENA 1/2
Zones labourées	-5,0784314	-4,862745	9,9411765
Disséminé indifféremment	6,4509804	1,9607843	-8,4117647
Zones enherbées	-1,3725490	2,9019608	-1,5294118

KHI2=	9,48772846
ddl=	4
z=	50,2140698
p=	3,2577E-10

Résultats : Test non significatif car un nombre trop élevés d'effectifs théoriques est inférieur à 5.

2. *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*

Observations :

PRATIQUES	Sol nu	Sol nu	ENA 1 / 2	ENA 1/2	ENA 1/2	ENM 1/2	ENM 1/2	TOTAL
REPARTITION SPATIALE	D.X.	D. M.	D.X	D.XM.	D.M	D.XM.	D.M.	
Bord	4	0	2	9	0	4	0	19
Sous le rang	1	17	0	3	13	0	7	41
Disséminé	0	12	2	27	0	2	9	52
Rg enherbé	0	0	0	9	0	23	22	54
Rg non enherbé	0	0	0	4	0	3	0	7
TOTAL	5	29	4	52	13	32	38	173

Différences Observations – Effectifs théoriques :

PTATIQUES	Sol nu	Sol nu	ENA 1 / 2	ENA 1/2	ENA 1/2	ENM 1/2	ENM 1/2
REPARTITION SPATIALE	D.X.	D.M.	D.X.	D.XM.	D.M.	D.XM.	D.M.
Bord	3,451	-3,185	1,561	3,289	-1,428	0,486	-4,173
Sous le rang	-0,185	10,127	-0,948	-9,324	9,919	-7,584	-2,006
Disséminé	-1,503	3,283	0,798	11,370	-3,908	-7,618	-2,422
Rg enherbé	-1,561	-9,052	-1,249	-7,231	-4,058	13,012	10,139
Rg non enherbé	-0,202	-1,173	-0,162	1,896	-0,526	1,705	-1,538

Test du KHI2 :

KHI2 = 36,41502646
DDL = 24
Z = 175,2035199
P = 6,01185E-25

Résultats : test non significatif car un nombre trop élevé d'effectifs théoriques est inférieur à 5.

ANNEXE 22 : COMPARAISON DES FREQUENCES DE QUELQUES DICOTYLEDONES ET GRAMINEES DANS LES CEREALES ET LE COLZA.

L'influence des produits phytosanitaires, et notamment l'utilisation de produits anti-graminées et anti-dicotylédones, est particulièrement visible en comparant la fréquence et les rangs des adventices dans le colza et les céréales.

Tableau 26 : Comparaison des 20 taxons étudiés les plus fréquents dans le colza et les céréales.

Rang céréales	Rang et fréquence dans les champs de colza		Rang et fréquence dans les champs de céréales			
1	1	<i>Papaver rhoeas</i>	74%	1	<i>Papaver rhoeas</i>	50%
4	2	<i>Viola tricolor</i>	48%	2	<i>Alopecurus myosuroides</i>	25%
5	3	<i>Centaurea cyanus</i>	37%	3	<i>Galium aparine</i>	23%
3	4	<i>Galium aparine</i>	11%	4	<i>Viola tricolor</i>	19%
2	5	<i>Alopecurus myosuroides</i>	9%	5	<i>Centaurea cyanus</i>	13%
10	6	<i>Anchusa arvensis</i>	9%	6	<i>Avena fatua</i>	13%
11	7	<i>Aphanes arvensis</i>	9%	7	<i>Apera spica-venti</i>	11%
12	8	<i>Consolida regalis</i>	7%	8	<i>Thlaspi arvense</i>	7%
19	9	<i>Valerianella rimosa</i>	7%	9	<i>Bromus secalinus</i>	4%
13	10	<i>Anthemis arvensis</i>	6%	10	<i>Anchusa arvensis</i>	3%
8	11	<i>Thlaspi arvense</i>	6%	11	<i>Aphanes arvensis</i>	3%
7	12	<i>Apera spica-venti</i>	4%	12	<i>Consolida regalis</i>	3%
6	13	<i>Avena fatua</i>	4%	13	<i>Anthemis arvensis</i>	2%
30	14	<i>Descurainia sophia</i>	4%	14	<i>Scleranthus annuus</i>	2%
> 20	15	<i>Vicia villosa</i>	4%	15	<i>Papaver argemone</i>	1%
9	16	<i>Bromus secalinus</i>	2%	16	<i>Ranunculus arvensis</i>	1%
28	17	<i>Erysimum cheiranthoides</i>	2%	17	<i>Lathyrus hirsutus</i>	1%
17	18	<i>Lathyrus hirsutus</i>	2%	18	<i>Lithospermum arvense</i>	1%
29	19	<i>Legousia speculum-veneris</i>	2%	19	<i>Spergula arvensis</i>	1%
> 20	20	<i>Sinapis alba</i>	2%	20	<i>Valerianella rimosa</i>	1%

Une lecture rapide du tableau 26 montre que les dicotylédones sont globalement mieux classées dans le colza. On notera en particulier le meilleur rang de deux brassicacées rares dans les céréales : *Descurainia sophia* et *Sinapis alba* (favorisées par la proximité génétique avec la culture ?) Les graminées y sont rares mis à part le vulpin (absence de solution herbicides efficace contre cette espèce ?).

Le test du Khi2 (p. 96) confirme que quelques dicotylédones semblent significativement plus fréquents dans le colza (coquelicot, bleuet).

Analyse statistiques des fréquences de quelques taxons dans le colza et les céréales (test du Khi2)

Effectifs observés

Taxons	Colza (sur 54 parcelles)	Céréales (sur 796 parcelles)
<i>Alopecurus myosuroides</i>	4	198
<i>Anthemis arvensis</i>	4	20
<i>Apera spica-venti</i>	3	85
<i>Aphanes arvensis</i>	5	26
<i>Avena fatua</i>	2	106
<i>Bromus secalinus</i>	1	35
<i>Centaurea cyanus</i>	21	102
<i>Consolida regalis</i>	4	27
<i>Papaver rhoeas</i>	42	398
<i>Valerianella rimosa</i>	4	8
<i>Viola tricolor</i>	27	154

Effectifs théoriques :

Taxons	Colza	Céréales
<i>Alopecurus myosuroides</i>	12,83	189,17
<i>Apera spica-venti</i>	5,59	82,41
<i>Avena fatua</i>	6,86	101,14
<i>Bromus secalinus</i>	2,29	33,71
<i>Centaurea cyanus</i>	7,81	115,19
<i>Papaver rhoeas</i>	27,95	412,05
<i>Viola tricolor</i>	11,50	169,50

Différence (Effectifs observés – Effectifs théoriques)

Taxons	Colza	Céréales
<i>Alopecurus myosuroides</i>	-8,83294118	8,83294118
<i>Apera spica-venti</i>	-2,59058823	2,59058823
<i>Avena fatua</i>	-4,86117647	4,86117647
<i>Bromus secalinus</i>	-1,28705882	1,28705882
<i>Centaurea cyanus</i>	13,1858824	-13,18588234
<i>Papaver rhoeas</i>	14,0470588	-14,0470588
<i>Viola tricolor</i>	15,5011765	-15,5011765

Test du KHI2 :

KHI2 = 12,59157742
ddl = 6
Z = 65,83728938
p = 2,90964E-12

P << 0.05, test significatif.

ANNEXE 23 : MILIEUX DE SUBSTITUTION OBSERVES POUR LES MESSICOLES EN ALSACE

Certaines messicoles ont trouvé des conditions plus ou moins favorables dans d'autres milieux pionniers que les champs cultivés : pelouses calcaires ou sablonneuses ouvertes, murs et pierriers du vignoble, etc. Quelques géophytes se maintiennent plus rarement dans certains sous-bois. Selon les espèces et le milieu considéré, la présence est plus ou moins stable.

Tableau 27 : répartition de quelques messicoles dans des milieux autres que cultivés.

MILIEUX	TAXONS	
	Présence stable : observation ancienne, relayée par des observations récentes	Présence sporadique : observation unique ou non confirmée.
Pelouses sèches calcaires		
Colline calcaires sous-vosgiennes Pelouses sèches calcaires arides ouvertes Xerobromion	<i>Althaea hirsuta</i> L. <i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber <i>Crepis pulchra</i> L. <i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	<i>Asperula arvensis</i> L. <i>Consolida regalis</i> S.F. Gray <i>Papaver rhoeas</i> L. Sinapis alba L.
Digue du Rhin Pelouses pionnières sur alluvions calcaires Sedo-scleranthetalia	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber <i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm. <i>Stachys annua</i> (L.) L. <i>Valerianella rimosa</i> Bast. <i>Vicia villosa</i> Roth	
Murs, pierriers, éboulis, etc.		
Murs et pierriers du vignoble	<i>Althaea hirsuta</i> L. <i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb. <i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell. <i>Crepis pulchra</i> L. <i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin. <i>Papaver argemone</i> L. <i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm. <i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich
Eboulis Thlaspietea rotundifolii	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb. <i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm. <i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	
Sables, arènes granitiques, etc.		
Sables siliceux Thero-airion	<i>Aphanes arvensis</i> L. <i>Aphanes australis</i> Rydb. <i>Gagea villosa</i> (M.Bieb) Sweet <i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort. <i>Scleranthus annuus</i> L. <i>Spergula arvensis</i> L.	<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte

Sables et argiles humides acides <i>Nanocyperion flavescens</i>	<i>Myosurus minimus</i> L.	<i>Polycnemum arvense</i> L.
Bord de cours d'eau		
Berges exondées annuellement remaniées <i>Convolvulion sepium</i>	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L. <i>Scleranthus annuus</i> L. <i>Spergula arvensis</i> L.	<i>Polycnemum arvense</i> L. <i>Vicia villosa</i> Roth
Banc de graviers Banc de graviers calcaires		<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm. <i>Galium tricornutum</i> Dandy <i>Heliotropium europaeum</i> L.
Pré		
<i>Molinio-arrhenatheretea</i>	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell. <i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i> <i>Ornithogalum nutans</i> L. (G) <i>Papaver rhoeas</i> L. <i>Sinapis alba</i> L. <i>Vicia pannonica</i> Crantz <i>Vicia villosa</i> Roth	<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich <i>Valerianella ramosa</i> Bast. <i>Veronica acinifolia</i> L.
Sous-bois		
	<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i> <i>Ornithogalum nutans</i> L. (G) <i>Tulipa sylvestris</i> L. (G)	

ANNEXE 24 : EXEMPLE DE LA REGRESSION AU NIVEAU DE QUELQUES COMMUNES REPRESENTATIVES DES PETITES REGIONS AGRICOLES.

L'analyse de la régression de la flore messicole à l'échelle de quelques communes, où les données anciennes semblent exhaustives, permet de mieux apprécier la richesse passée au niveau d'une commune plus ou moins banale et de généraliser un constat au niveau de la petite région agricole.

1) Balbronn, exemple de la régression des messicoles dans une commune des collines calcaires sous-vosgiennes.

Sol : calcaire à marno-calcaire.

Tableau 28a : Taxons présents à Balbronn avant 1976.

Type d'agriculture : Grandes cultures (dont culture de lin) et vignes

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxon du Geranio-Allietum-vinealis
<i>Adonis aestivalis</i> L.	<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>Althaea hirsuta</i> L.
<i>Bromus secalinus</i> L.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	<i>Crepis pulchra</i> L.
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	<i>Avena sativa</i> L.	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	<i>Centaurea cyanus</i> L.	<i>Phleum paniculatum</i> Hudson
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]	<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	<i>Tulipa sylvestris</i> L.
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	<i>Papaver rhoeas</i> L.	
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	<i>Veronica acinifolia</i> L.	
<i>Vicia villosa</i> Roth	<i>Thlaspi arvense</i> L.	
	<i>Viola tricolor</i> gr.	
11 taxons	12 taxons	5 taxons

Tableau 28b : Taxons présents à Balbronn après 1990.

Type d'agriculture : Grandes cultures et vignes

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxon du Geranio-Allietum-vinealis
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	<i>Althaea hirsuta</i> L.
	<i>Avena fatua</i> L.	<i>Crepis pulchra</i> L.
	<i>Bromus arvensis</i> L.	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Phleum paniculatum</i> Hudson
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	
	<i>Viola tricolor</i> gr.	
1 taxons	6 taxons	4 taxons

Analyse comparative des tableaux 29 a et b :

Avant 1976, une commune diversifiée (vignes et grandes cultures) des collines sous-vosgiennes comptait plus de 25 messicoles aujourd'hui pour la plupart disparues.

- (1) On note un effondrement très net des espèces du *Caucalidion platycarpi* qui se résume aujourd'hui à une seule espèce : *Consolida regalis* S.F. Gray.

(2) Les espèces de l'*Aperion spicae-venti* connaissent une régression marquée mais certaines espèces sont encore bien représentées.

(3) Les espèces caractéristiques du vignoble (*Geranio-Allietum vinealis*) se maintiennent beaucoup mieux avec toutefois la disparition plus rapide de la tulipe.

2) Bouxwiller-Imbsheim, exemple de la régression des messicoles dans une commune du Pays de Hanau (sol calcaire)

Sol : argilo-calcaire à limoneux.

Tableau 29a : taxons présents à Bouxwiller-Imbsheim au XIX^{ème} siècle.

Type d'agriculture : Polyculture-élevage et vignes.

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxon du Geranio-Allietum-vinealis	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
<i>Adonis aestivalis</i> L.	<i>Allium rotundum</i> L.	<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	<i>Althaea hirsuta</i> L.	<i>Anthemis cotula</i> L.	<i>Anthemis arvensis</i> L.
<i>Asperula arvensis</i> L.	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	<i>Centaurea cyanus</i> L.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.
<i>Bromus secalinus</i> L.	<i>Phleum paniculatum</i> Hudson	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	<i>Myosurus minimus</i> L.
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]		<i>Papaver argemone</i> L.	<i>Scleranthus annuus</i> L.
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray		<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.		<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>arvense</i>	
<i>Galium tricornutum</i> Dandy		<i>Ranunculus arvensis</i> L.	
<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre		<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	
<i>Lolium temulentum</i> L.			
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.			
<i>Silene noctiflora</i> L.			
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.			
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich			
14 taxons	4 taxons	9 taxons	6 taxons

Tableau 29b : Taxons présents à Bouxwiller-Imbsheim après 1990.

Type d'agriculture : Polyculture-élevage

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxon du Geranio-Allietum-vinealis	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
<i>Bromus secalinus</i> L.		<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray		<i>Avena fatua</i> L.	<i>Myosurus minimus</i> L.
<i>Silene noctiflora</i> L.		<i>Bromus arvensis</i> L.	
		<i>Papaver argemone</i> L.	

		<i>Papaver rhoeas</i> L.	
		<i>Pisum sativum</i> subsp <i>arvense</i>	
		<i>Ranunculus arvensis</i> L.	
		<i>Thlaspi arvense</i> L.	
		<i>Viola tricolor</i> gr.	
3 taxons	0 taxons	9 taxons	2 taxons

Analyse comparative des tableaux 29 a et b :

Dans les communes les plus diversifiées (polyculture-élevage, vignes, etc.) de la région sous-vosgienne nord (Pays de Hanau, Outre-Forêt), on trouvait plus ou moins communément une quarantaine de messicoles au XIX^{ème} siècle.

Aujourd'hui moins de la moitié de ces espèces (14 taxons) sont encore présentes

(1) effondrement des espèces du *Caucalidion platycarpi*, exception faites de *Consolida regalis* S.F. Gray, et *Bromus secalinus* L. dont la présence est plutôt à relier à la persistance de certaines pratiques (utilisation de semences de ferme).

(2) quasi-disparition des espèces de l'*Arnosericidion*, vraisemblablement par amélioration des terres les plus pauvres (amendements azotés et calciques) ;

(3) maintien relatif de l'*Aperion spicae-venti* avec disparition des dicotylédones fragiles (*Agrostemma githago* L.) remplacée par la montée en puissance des graminées depuis l'intensification du désherbage des céréales.

(4) disparition du *Geranio-Allietum vinealis*, avec la disparition (ou presque) du vignoble lui-même...

3) Hirtzfelden, exemple d'une commune de la Hardt (moissons calcaires).

Sol : calcaire et filtrant (poudingues calcaires)

Tableau 30a : Taxons présents à Hirtzfelden avant 1970.

Type d'agriculture : Grandes cultures (céréales d'hiver >> maïs) et élevage çà et là :

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	<i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Anthemis arvensis</i> L.
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schrebe	<i>Centaurea cyanus</i> L.	<i>Heliotropium europaeum</i> L.
<i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.		
<i>Euphorbia falcata</i> L.		
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.		
<i>Nigella arvensis</i> L.		
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun		
<i>Silene noctiflora</i> L.		
<i>Stachys annua</i> (L.) L.		
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.		
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.		
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert		
<i>Veronica opaca</i> Fries		
<i>Vicia villosa</i> Roth		
15 taxons	3 taxons	3 taxons

Tableau 30b : Taxons présents à Hirtzfelden après 1990.

Grandes cultures (maïs >> céréales d'hiver) :

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	<i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Anthemis arvensis</i> L.
<i>Nigella arvensis</i> L.	<i>Galium aparine</i> L.	<i>Heliotropium europaeum</i> L.
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.
<i>Stachys annua</i> (L.) L.		
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.		
5 taxons	3 taxons	3 taxons

Analyse comparative des tableaux 30 a et b :

(1) Régression marquée du *Caucalidion platycarpi*, toutefois moindre que dans les autres PRA, avec persistance de quelques taxons en marges des cultures (*Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber, *Polycnemum majus* A. Braun, *Stachys annua* (L.) L.) ou plus temporairement dans des jachères (*Nigella arvensis* L., *Thymelaea passerina* (L.) Cosson & Germ.) ;

(2) disparition des espèces les plus fragiles de l'*Aperion spicae-venti* (*Centaurea cyanus* L.) ;

(3) maintien des espèces caractéristiques des sols filtrants.

4) Haguenau, exemple d'une commune de la Plaine (moissons siliceuses)

Sol : sablonneux à limoneux.

Tableau 31a : Taxons présents à Haguenau avant 1990.

Type d'agriculture : Polyculture-élevage.

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
<i>Adonis aestivalis</i> L.	<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	<i>Anthemis cotula</i> L.	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.
<i>Silene noctiflora</i> L.	<i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	<i>Camelina microcarpa</i> Andrzej. ex DC.	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	<i>Centaurea cyanus</i> L.	<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.
	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	<i>Myosurus minimus</i> L.
	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	<i>Polycnemum arvense</i> L.
	<i>Galium aparine</i> L.	<i>Scleranthus annuus</i> L.
	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	<i>Spergula arvensis</i> L.
	<i>Lithospermum arvense</i> L.	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.
	<i>Lolium temulentum</i> L.	
	<i>Papaver argemone</i> L.	
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	
	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	
	<i>Valerianella ramosa</i> Bast.	
	<i>Viola tricolor</i> L.	
7 taxons	18 taxons	12 taxons

Tableau 31b : taxons présents à Haguenau après 1990.

Type d'agriculture : Polyculture-élevage.

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes	Taxons des moissons sablonneuses et/ou acides
	<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>Anchusa arvensis</i> M. Bieb.
	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.
	<i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte
	<i>Centaurea cyanus</i> L.	<i>Myosurus minimus</i> L.
	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	<i>Scleranthus annuus</i> L.
	<i>Galium aparine</i> L.	<i>Spergula arvensis</i> L.
	<i>Papaver argemone</i> L.	
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	
	<i>Viola tricolor</i> L.	
0 taxon	10 taxons	6 taxons

Analyse comparative des tableaux 31 a et b :

(1) disparition des espèces les moins caractéristiques par rapport aux conditions édapho-climatiques de Haguenau (*Caucalidion platycarpi*) ;

(2) meilleur maintien des espèces à large amplitude, notamment celles réputées sensibles aux herbicides (substrats sablonneux très filtrants) ;

(3) régression marquée des espèces des moissons siliceuses, toutefois moindre qu'ailleurs en raison de la présence de sols sablonneux particulièrement pauvres.

5) Illfurth, exemple d'une commune du Sundgau.

Sol : loess

Tableau 32a : taxons présents à Illfurth avant 1900.

Type d'agriculture : Polyculture élevage, vignes.

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons du geranio-Allietum vinealis	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	<i>Allium rotundum</i> L.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	<i>Crepis pulchra</i> L.	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	<i>Avena fatua</i> L.
<i>Caucalis platycarpos</i> L. [1753]	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	<i>Bromus arvensis</i> L.
<i>Nigella arvensis</i> L.	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.		<i>Lathyrus hirsutus</i> L.
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.		<i>Papaver argemone</i> L.
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.		<i>Sinapis alba</i> L.
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert		
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich		
10 taxons	5 taxons	8 taxons

Tableau 32b : Taxons présents à Illfurth après 1990.

Type d'agriculture : Grandes cultures (maïs).

Taxons des sols calcaires ou basiques	Taxons du geranio-Allietum vinealis	Taxons à larges amplitudes des sols méso-eutrophes
		<i>Aphanes arvensis</i> L.
		<i>Lathyrus hirsutus</i> L.
		<i>Papaver rhoeas</i> L.
		<i>Viola tricolor</i> L.
0 taxons	0 taxons	4 taxons

Analyse comparative des tableaux 32 a et b :

- (1) extinction du *Caucalidion platycarpi* ;
- (2) disparition du *Geranio-Allietum vinealis* avec l'abandon de la culture de la vigne ;
- (3) maintien relatif de quelques taxons à large amplitude.

6) Synthèse :

Les espèces du *Caucalidion platycarpi* ont quasiment disparu de l'ensemble de la région. Localement moins importante (dans la Hardt), la régression de cette alliance semble essentiellement due à la trop faible adéquation entre les conditions édapho-climatiques locales et les conditions où ces espèces sont les plus compétitives. Conditions que l'on retrouve notamment dans la Hardt (sol calcaire graveleux, climat sec). Le maintien de *Consolida regalis* S.F. Gray tolérant des sols plus lourds (BOURNERIAS *et al.*, 2001) confirme bien notre propos.

Un des aspects moins connus de la régression des messicoles sont les disparitions locales dues au phénomène de spécialisation des régions agricoles. Ainsi la disparition du *Geranio-allietum vinealis* R. Tx. 1950 ex v. Rochow 1951 (qui, à titre de comparaison, se maintient plus ou moins dans le vignoble des Collines Sous-vosgiennes comme par exemple à Balbronn dans l'exemple donné ci-dessus) correspond à la disparition de la vigne dans le Pays de Hanau, le Kochersberg ou encore le Sundgau. Au-delà de la perte d'espèces caractéristiques du vignoble, cela a son importance quand on sait le rôle de refuge que représentent aujourd'hui la vigne pour plusieurs messicoles (cf. 4.2.1.).

Autrement dit, les messicoles auraient plus de chance de maintien dans une région agricole diversifiée mêlant vignes et polyculture-élevage.

ANNEXE 25 : LISTE DES TAXONS ET DE LEUR STATUT ACTUEL SELON LE TYPE DE SOL

Le tableau 33 dresse la situation des espèces messicoles, ici étendu aux espèces plus communes non étudiées, selon les trois grands types de position par rapport au sol : calcaire et basique ; sablonneux et/ou acide ou enfin à large amplitude.

Tableau 33 : Statut des messicoles selon le type de sol.

Légende : 1 : disparu ; 2a : très menacée ; 2b : en danger ; 3 : en régression ; 4 : +/- en maitien

 : taxons en danger ou disparus ;  : taxons encore bien représentés au moins localement.

Taxons des sols basiques et calcaires		Taxons à plus ou moins larges amplitudes des sols méso-eutrophes		Taxons des sols sablonneux et/ou acides	
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>aestivalis</i>	2	<i>Aethusa cynapium</i>	4		
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	1	<i>Agrostemma githago</i> L.	2	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	4
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	2	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	4	<i>Anthemis arvensis</i> L.	3
<i>Allium rotundum</i> L. subsp. <i>rotundum</i>	2	<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	4	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	4
<i>Althaea hirsuta</i> L.	3	<i>Anthemis cotula</i> L.	1	<i>Aphanes australis</i> Rydb.	2 ?
<i>Androsace maxima</i> L.	1	<i>Aphanes arvensis</i> L.	4	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	4
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	4	<i>Avena fatua</i> L.	4	<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	2
<i>Asperula arvensis</i> L.	2a	<i>Bromus arvensis</i> L.	3	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	1
<i>Bifora radians</i> M. Bieb.	1	<i>Bromus secalinus</i> L.	3	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	4
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	2	<i>Camelina alyssum</i> (Miller) Thell.	1	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	2
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1	<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.	2a	<i>Gagea villosa</i> (M. Bieb.) Sweet	2
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	4	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	2	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	2
<i>Caucalis platycarpus</i> L. [1753]	1	<i>Centaurea cyanus</i> L.	3	<i>Linaria arvensis</i> (L.) Desf.	1
<i>Cnicus benedictus</i> L.	1	<i>Chenopodium album</i> L.	4	<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	1
<i>Conrigia orientalis</i> (L.) Dumort	1	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	4	<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	2
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	2	<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	1	<i>Myosurus minimus</i> L.	3
<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	3	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	2	<i>Papaver dubium</i> L.	4
<i>Crepis pulchra</i> L.	2	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	3	<i>Polycnemum arvense</i> L.	1a
<i>Euphorbia exigua</i>	4	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á.Löve	4	<i>Raphanus raphanistrum</i>	4
<i>Falcaria vulgaris</i>	4	<i>Fumaria officinalis</i> L.	4	<i>Rumex acetosella</i>	4
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.	2	<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	4	<i>Scleranthus annuus</i> L.	4
<i>Galium tricornutum</i> Dandy	2	<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>spurium</i>	1	<i>Spergula arvensis</i> L.	4
<i>Iberis amara</i> L.	1 ?	<i>Geranium dissectum</i> L.	4	<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G. Don fil	1
<i>Lathyrus aphaca</i>	3	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	3	<i>Trifolium arvense</i> L.	4

<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delabre	1	<i>Lolium temulentum</i> L.	1	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	2
<i>Legousia speculum- veneris</i> (L.) Chaix	2	<i>Matricaria recuita</i> L.	4	<i>Veronica acinifolia</i> L.	2a
<i>Lithospermum arvense</i> L.	3	<i>Mercurialis annua</i> L.	4		
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	1	<i>Myosotis arvensis</i> Hill	4		
<i>Nigella arvensis</i> L.	2a	<i>Ornithogalum nutans</i> L.	2		
<i>Nigella damascena</i> L.	2a	<i>Oxalis fontana</i> Bunge	4		
<i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort. subsp. <i>vernus</i>	2	<i>Papaver argemone</i> L.	2		
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	1	<i>Papaver rhoeas</i> L.	4		
<i>Papaver hybridum</i> L.	1	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>arvense</i>	2*		
<i>Phleum paniculatum</i> Hudson	1	<i>Polygonum bellardii</i> All.	2a		
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	2a	<i>Sinapis alba</i> L.	3*		
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	1	<i>Sinapis arvensis</i> L.	4		
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	2a	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1		
<i>Sherardia arvensis</i>	4	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	2		
<i>Silene noctiflora</i> L.	3	<i>Thlaspi arvense</i> L.	4		
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	2	<i>Tulipa sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	3		
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	2a	<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	3		
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	1	<i>Veronica arvensis</i> L.	4		
<i>Vaccaria hispanica</i> (Miller) Rauschert	1	<i>Veronica hederifolia</i> L.	4		
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	2	<i>Veronica persica</i> Poir.	4		
<i>Veronica opaca</i> Fries	2a	<i>Viola tricolor</i> gr.	4		
<i>Veronica polita</i>	4	<i>Vicia hirsuta</i>	4		
<i>Vicia pannonica</i> Crantz	?	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	?		
		<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>villosa</i>	?		
MOYENNE	1.98	MOYENNE	2.94	MOYENNE	2.68

ANNEXE 28 : DESCRIPTION DES STATIONS OU DES ESPECES MESSICOLES PROTEGEES PAR LA LOI SE MAINTIENNENT EN DEHORS DES CHAMPS CULTIVES.

(1) *Adonis aestivalis* L., talus des routes départementales RD 883 (Jetterswiller - 67) et RD 112 (Zehnacker - 67) :

Une belle population d'*Adonis aestivalis* L. (mélangeant des individus à corolles jaunes et à corolles rouges) se maintient depuis plus de 10 ans (TINGUY, 1993 in SBA, 2004 ; FRIED, 2004) sur le talus des départementales D 112 et D 883 entre Zehnacker et Jetterswiller (67).

La persistance aussi durable de l'espèce, et d'autres messicoles caractéristiques (cf. liste ci-dessous) inciterait à penser qu'ils y ont trouvé un habitat favorable. Exposé plein sud (végétation thermophile) et d'inclinaison importante le soumettant à une érosion continue (cf. figure 14 ci-dessous), ce talus semble plutôt favorable aux thérophytes annuelles



Figure 14 : talus de la roue RD 883 à Zehnacker (67) avec notamment *Adonis aestivalis* L. (au premier plan à gauche). Photo : G. FRIED.

Les premières fauches (mai et juin) ne concernent que le bord de route immédiat (visible sur la figure ci-dessus) et permettent à l'adonis de boucler son cycle (floraison : mi-mai ; dissémination des diaspores : mi-juillet), le fond d'emprise (partie haute du talus) n'étant fauché qu'en septembre (DDE, com. orale). Si la gestion actuelle semble compatible avec le maintien de l'adonis, la présence de plusieurs espèces protégées régionalement (*Adonis aestivalis* L. et *Ornithogalum pyrenaicum* L.) permet d'envisager l'application d'une convention de gestion avec la DDE afin de s'assurer que ce type de gestion et donc la station reste pérenne.

Liste des taxons présents :

Niveau 1

Adonis aestivalis L. subsp *aestivalis*
(LRA, PRA)

Niveau 2

Consolida regalis S.F. Gray (LRA)
Thlaspi arvense L.

Niveau 3

Papaver rhoeas L.

Autres taxons présents :

Althaea hirsuta L. (LRA)
Ornithogalum pyrenaicum L. (LRA, PRA)

(2) *Ornithogalum nutans* L., Forêt communale d'Issenheim (Issenheim - 68) :

Une importante population d'*Ornithogalum nutans* L. a trouvé refuge dans un sous-bois de la Forêt Communale d'Issenheim. Elle a également été retrouvée dans un pré de cette même commune (MATHE, com. orale). Ces stations sont connues depuis le début du XIX^{ème} siècle (1^{ère} citation à Issenheim en 1823), mais l'espèce y était alors également connue dans les vignes et les champs (KELLER, 1908 *in* WALTER, n.d. [1950]).

Le nouveau Conservatoire Botanique régional pourrait contacter la mairie d'Issenheim afin de s'assurer que ces deux stations se pérennisent. Situées en bordures d'agglomération, elles risqueraient à plus ou moins long terme de subir une modification du Plan Local d'Urbanisme (PLU), classant la zone naturel en zone à construire...



Figure 15 : Population d'*Ornithogalum nutans* L. en Forêt Communal d'Issenheim (68). Photo : G. FRIED.

Liste des taxons présents :

Niveau 1

Ornithogalum nutans L. (LRA, PRA).

ANNEXE 29 : DESCRIPTION DES STATIONS RICHES EN MESSICOLES (ESPECES DE NIVEAU 1) :

1) Site de Haguenau (67)

Coordonnées :

Latitude : 6,053.

Longitude : 54,215.

Sol : sablonneux, filtrant, acide.

Habitat : champs de seigle et d'orge.

Phytosociologie :

Ordre : *Spergularietalia arvensis* Hüppe et Hofmeister 1990

Alliance : *Aperion spicae-venti* R. Tx. In Oberd. 1949

Association : *Teesdalia-Arnoseridetum minimae* (Malc. 1929) R. Tx. 1937



Figure 16 : champ de seigle avec *Agrostemma githago* L., *Centaurea cyanus* L. et *Papaver rhoeas* L., Haguenau (67). Photo : G. FRIED.

Taxons présents :

Niveau 1 :

Agrostemma githago L.

Niveau 2 :

Centaurea cyanus L.

Papaver argemone L.

Niveau 3 :

Aphanes arvensis L.

Apera spica-venti (L.) P. Beauv.

Papaver rhoeas L.

Spergula arvensis L.

Scleranthus annuus L.

Autres taxons rares :

Aphanes australis L.

Arnoseris minima (L.) Schweigger & Koerte

Description des populations :

La communauté est dominée par *Agrostemma githago* L., *Papaver rhoeas* L. et *Arnoseris minima* (L.) Schweigger & Koerte, qui forment les constantes dans les 6 parcelles (5 parcelles de seigle, 1 parcelle d'orge) du site de Haguenau. Les autres espèces sont plus (*Centaurea cyanus* L., *Scleranthus annuus* L.) ou moins (*Papaver argemone* L.) abondantes selon le cas.

Agrostemma githago L. comptabilise plus de 300 pieds : plus d'une centaine de pieds dans trois parcelles où l'espèce envahit les bordures et les cinq premiers mètres dans la parcelle, moins d'une cinquantaine pour une parcelle et quelques pieds disséminés pour deux autre parcelles. *Arnoseris minima* (L.) Schweigger & Koerte est littéralement envahissante avec souvent plus de mille pieds par parcelle (espèce oligotrophe témoignant de la pauvreté du milieu).

Pratiques culturales :

L'agriculteur pratique une rotation de deux années consécutives de céréales adaptées aux conditions édaphiques (seigle, avoine ou orge) et une année de culture de fraises destinées à la vente directe sur certaines parcelles.

Sur les parcelles les plus « ingrates », du fait des faibles rendements obtenus, les céréales servent principalement à récupérer de la paille afin de pailler l'inter-rang des cultures de fraises. Raisonant son ITK selon le seuil de rentabilité qui est ici très faible, un seul et léger traitement herbicide est effectué sur ces parcelles. Par ailleurs, les terrains sont trop sablonneux pour qu'un quelconque amendement soit rentable.

2) Site de Singrist (67)

Coordonnées :

Latitude : 5,616.

Longitude : 54,082.

Sol : argilo-calcaire

Habitat : champ de blé

Phytosociologie :

Ordre : *Secalietalia* Br.-Bl. 1936

Alliance : *Caucalion platycarpi* (R. Tx. 1950) v. Rochow 1951

Taxons présents :

Niveau 1

Adonis aestivalis L. subsp. *aestivalis*

Niveau 2

Consolida regalis S.F. Gray

Thlaspi arvense L.

Niveau 3

Alopecurus myosuroides L.

Papaver rhoeas L.



Figure 17 : champ de blé avec *Adonis aestivalis* L.. De haut en bas : (a) au centre de la parcelle ; (b) en bordure ; (c) détail d'un individu. Photos : G. FRIED.

Description des populations :

Sans présenter une diversité exceptionnelle (cf. taxons présents), ce site reste intéressant par le nombre d'individus d'*Adonis aestivalis* L. qui dépasse les 100 pieds, constituant la station la plus importante de l'espèce dans la région.

L'adonis se répartie non seulement en bordure avec une cinquantaine de pieds (photo du milieu) mais aussi en plein centre de la parcelle (photo du haut) avec plus de 80 pieds recensés !

Pratiques culturales :

La parcelle semble être traitée (peut-être un seul traitement uniquement à base d'anti-graminées ?), les densités de semis sont en revanche assez faibles.

3) Site de Rouffach et Bergholtz (68)

Coordonnées :

Rouffach

Latitude : 5,495

Longitude : 53,265

Bergholtz

Latitude : 5,478

Longitude : 53,254

Sol : argilo-calcaire

Habitat : jachères

Phytosociologie :

Ordre : *Secalietalia* Br.-Bl. 1936

Alliance : *Caucalion platycarpi* (R. Tx. 1950) v. Rochow 1951

Taxons présents à Rouffach :

Niveau 1

Adonis aestivalis L. subsp. *aestivalis*

Niveau 2

Centaurea cyanus L.

Consolida regalis S.F. Gray

Niveau 3

Avena fatua L.

Lithospermum arvense L.

Papaver rhoeas L.

Viola tricolor L.

Taxons présents à Bergholtz :

Niveau 1

Adonis aestivalis L. subsp. *aestivalis*

Niveau 2

Centaurea cyanus L.

Consolida regalis S.F. Gray

Legousia speculum-veneris (L.) Chaix

Niveau 3

Papaver rhoeas L.

Viola tricolor L.

Description des populations :

Jachères riches en messicoles, reliques de sites historiques déjà connus de ISSLER (1901) et de RASTETTER (1950).

Dominé par *Papaver rhoeas* L., *Trifolium incarnatum* L. (anciennes cultures fourragères ?), *Viola tricolor* L. (Rouffach) ou *Centaurea cyanus* L. (Bergholtz), les espèces les plus rares (*Adonis aestivalis* L., *Lithospermum arvense* L., *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix) se localisent en bordures de parcelles témoignant des pressions culturelles des années précédentes.

Sur le site de Bergholtz, *Adonis aestivalis* L. totalise une vingtaine de pieds (15 regroupés en bordures et 5 plus disséminés). A Rouffach, la situation de l'espèce est plus précaire avec seulement deux pieds ! De même *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix n'a présenté que 4 pieds à Bergholtz.

4) Site de Turckheim (68) :

Coordonnées :

Latitude : 5,501.

Longitude : 53,419.

Sol : argileux compact.

Habitat : vignes.

Phytosociologie :

Ordre : *Secalietalia* Br.-Bl. 1936

Alliance : *Veronico-Euphorbion* Siss ex Pass. 1964

Taxons présents :

Niveau 1

Ornithogalum nutans L.

Description des populations :

Seule station alsacienne où *Ornithogalum nutans* L. se trouve encore en situation d'adventice des cultures. La station est composée de 4 parcelles adjacentes. Dans une parcelle le nombre de pieds dépasse largement les 100 individus. Les individus sont plus fréquents sous le cep et dans la partie enherbée naturellement.

Description des pratiques

Le viticulteur semble tenir compte de la présence de cette espèce. Le désherbage est ici exclusivement mécanique et l'enherbement pratiqué un rang sur deux consiste ici à laisser la végétation spontanée en guise de couverture. Le travail du sol exclut les individus de l'interligne (refuge sous l'intercep ou dans l'interligne non labouré).

ANNEXE 30 : exemple de mesures agro-environnementales favorables aux messicoles.

Quelques dispositifs plus ou moins spécifiques permettent, au sein des mesures agro-environnementales, de protéger la flore messicole. Deux exemples sont ici développés.

1) CTE (Contrat Territorial d'Exploitation).

Zone géographique: Plaine Ried, Piémont Sud (hors viticulture) - Exploitation de type grandes cultures et productions spéciales

Tableau 34a : exemple de CTE mis en place en Alsace.

Mesure		Rémunération
Implanter des dispositifs enherbés. Créer des zones tampon de couvert herbacé à l'intérieur d'îlots de culture <ul style="list-style-type: none"> ➤ ni engrais, ni phytosanitaires ➤ fauche ou broyage interdits avant le 31/07 	Facultatif	2459 F/ha/an

Source : FDSEA du Bas-Rhin.

2) CAD (Contrat d'Agriculture Durable).

Zone géographique : Languedoc-Roussillon

Tableau 34b : exemple de CAD spécifique au maintien des messicoles.

Mesure		Rémunération
Amélioration d'une jachère PAC avec implantation des cultures spéciales d'intérêts faunistiques et floristiques.	Facultatif	?
Sur parcelle de céréales à pailles : <ul style="list-style-type: none"> ➤ pas de traitement, ➤ pas de fertilisation, ➤ pas de récolte, sur une partie de la parcelle pour maintenir les plantes messicoles et la biodiversité en général.	Facultatif (pas prioritaire hors Docob-Natura 2000)	?
Implanter des cultures spéciales d'intérêts faunistiques et floristiques	Facultatif	?
Reconversion des terres arables en cultures d'intérêts faunistiques et floristiques : <ul style="list-style-type: none"> ➤ couvert herbacé, ➤ culture annuelle. 	Facultatif	?

Source : Confédération paysanne Languedoc-Roussillon.

Résumé :

Dans le cadre du Plan National d'Action pour la conservation des Plantes Messicoles et suite au travail de la Société Botanique d'Alsace (SBA) sur une Liste Rouge régional des plantes vasculaires, une grande enquête sur l'état de 92 taxons de la flore messicole en Alsace a été lancée sous la double tutelle de la SBA et de l'Herbier de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (STR).

Afin de connaître les répartitions passées et présentes de ces espèces, des données anciennes et plus récentes ont été saisies à partir d'herbiers, de manuscrits de botanistes, de bases de données botaniques, etc. De mars à juillet 2004, des prospections dans toute l'Alsace ont permis de réactualiser ces données. La régression est ensuite discutée au niveau des taxons, des cultures et des petites régions agricoles.

L'évolution de la flore messicole a été quantifiée à partir de plusieurs mesures (taux de régression, fréquence relative, abondance, etc.). Les espèces ont été classées en 4 catégories selon le degré de menaces. Parmi les 92 taxons étudiés : 25 espèces ont disparues avant 1990 ; 34 espèces sont en danger dont 10 au bord de l'extinction ; 13 espèces sont en régression accusée sans être menacées dans l'immédiat ; 15 espèces se maintiennent plus ou moins. Des analyses statistiques (Khi2, AFC) ont ensuite permis de rattacher un ensemble de caractéristiques « bionomiques » aux espèces en régression et à celles qui se maintiennent. Les espèces en régression sont des ségétales strictes, incapables de coloniser le vignoble ou des milieux non cultivés, oligotrophes, diploïdes, à faible longévité de semences.

En prenant en compte ces caractères plus ou moins favorables au maintien, nous avons émis des hypothèses pour expliquer l'évolution de la flore observée au regard des pratiques culturales. Quelques pratiques favorables au maintien des messicoles sont mises en évidence. L'influence des facteurs naturelles (édaphiques et climatiques) est également abordée notamment au niveau des syntaxons caractéristiques de type de sols.

Les mesures de conservations les plus à mêmes de permettre la survie des messicoles en Alsace sont ensuite discutées.

Mots-clés : messicoles ; Alsace ; caractères « bionomiques » ; AFC ; pratiques cultures ; facteurs édapho-climatiques ; conservation.

Abstract :

Within the framework of the National Plan of Action for the conservation of weeds and following the work of the Botanical Society of Alsace (BSA) on a regional Red List of the vascular plants, a great investigation on 92 species of the weed flora in Alsace was launched under the double supervision of the BSA and the Herbarium of the University Louis Pasteur of Strasbourg (STR).

In order to know former and present distributions of these species, old and more recent data were seized starting from herbaria, manuscripts of botanists, botanical data bases, etc. From March to July 2004, prospections in all Alsace made it possible to reactualize these data. The regression is then discussed on the level of tax, the cultures and the small agricultural areas.

The evolution of weed flora was quantified starting from several measurements (rate of regression, relative frequency, abundance, etc). The species were classified in 4 categories according to the degree of threats. Among the 92 tax studied : 25 species disappeared before 1990; 34 species are in danger including 10 at the edge of the extinction ; 13 species appear in regression without being threatened in the immediate future ; 15 species are maintained more or less. Statistical analyses (Khi2, AFC) then made it possible to attach a whole of "bionomic" characteristics to the species in regression and to those which are maintained. The species in regression are specific of cereals crops, incompetents to colonize the vineyard or non-cultivated areas, oligotrophic, diploid, with short living seeds.

By taking into account these characters more or less favorable to the maintenance, we put forth assumptions to explain the evolution of the flora observed in comparison with the cultivation methods. Some methods favorable to the maintenance of weed are highlighted. The influence of the natural factors (edaphic and climatic) is also approached on the level of syntaxons characteristic of type of soil.

Measurements of conservations adequate to allow the survival of weed in Alsace are then discussed.

Keywords : weed flora ; Alsace ; "bionomic" characters ; AFC ; ; edapho-climatic factors ; conservation.