



LA MALHERBOLOGIE

(Approches Ecologique, Scientifique & Agro-Technique)



Professeur Abdelghani ZEDAM

Département Sciences Agronomiques

LA MALHERBOLOGIE

(Approches Ecologique, Scientifique & Agro-Technique)

Professeur Abdelghani ZEDAM

Département Sciences Agronomiques



Nom de l'ouvrage: La Malherbologie (Approches Ecologique, Scientifique & Agro-Technique).

Catégorie d'ouvrage: Pédagogique, Scientifique et technique.

Auteur: Pr. Abdelghani ZEDAM

Première édition : Novembre 2022

ISBN : 978-9931-251-01-9

Nombre des pages : 99 pages

Dimensions : 18 x 25 cm

Édition numérique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf M'Sila

Web: <https://www.univ-msila.dz>

Pour citer ce document :

Zedam., A. 2022. La Malherbologie (Approches Ecologique, Scientifique & Agro-Technique). Collection scientifique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf - M'Sila.

Couvertures :

Recto (de gauche à droite et de haut en bas) :

- *Moricandia arvensis* L. dans une culture d'oignon à Ain Khadra (M'Sila).
- *Scorpiurus muricatus* L. dans un verger de poirier à Dira (Bouira).
- *Scolymus hispanicus* L. dans une verger d'abricotier à Magra (M'Sila)
- *Sinapis arvensis* O.F.Müll. dans une parcelle d'oignon à Ain Khadra (M'Sila).

Verso : Parcelle propre de blé dur à Khoubbana (M'Sila).

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés

© 2022 Université Mohamed Boudiaf M'Sila

A la mémoire de mes parents,

A mon épouse,

A mes enfants.

Préface

Cet ouvrage touche une science qui intéresse la filière des sciences agronomiques et précisément la spécialité de Protection des Végétaux. Il a été élaboré au fur et à mesure en s'inspirant du contenu d'un certain nombre d'ouvrages scientifiques spécialisés d'une part et de l'autre par l'expérience acquise par l'auteur dans le domaine agricole où certaines plantes concurrencent les plantes cultivées et accusent des pertes de rendement parfois importantes.

L'auteur est un spécialiste, agronome de formation et Docteur en sciences biologiques, est actuellement Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'Sila (Algérie) en qualité d'enseignant-chercheur dans le domaine d'écologie et spécialement dans l'étude des mauvaises herbes et la flore rudérale et méssicole qui demeurent un domaine immense où beaucoup de travail reste à faire.

Dans ce livre, le lecteur peut suivre une chronologie logique mais parfois des redondances sont introduites volontairement pour y retenir un bagage utile et des notions importantes.

Les illustrations répertoriées dans ce document sont simples mais l'effort demandé est immense surtout que des lacunes de connaissance sont à combler notamment dans le domaine de la botanique mais malgré ce ci rien n'arrive à égaler une séance de travaux pratique et surtout une sortie scientifique sur terrain pour une bonne imprégnation de certains à la science qui s'intéresse à des bioagresseurs comme les adventices ou mauvaises herbes : « **La malherbologie** ».

Enfin ce document vient en plus enrichir la documentation nationale et combler le manque d'ouvrages scientifiques dans un axe économique qui vise la protection des cultures et la hausse des rendements.

Pr Fateh MIMECHE

Sommaire

	Page
Liste des figures	i
Liste des tableaux	ii
Liste des photographies	iii
Introduction	1
Chapitre 1 : Aperçu général sur les mauvaises herbes	
1-1- Définition de « mauvaise herbe »	3
1-2- Importance agronomique des adventices	6
1-3- Nuisibilité des mauvaises herbes	7
1-3-1- Nuisibilité primaire	7
1-3-1-1- Nuisibilité directe	7
1-3-1-2- Nuisibilité indirecte	8
1-3-2- Nuisibilité secondaire	9
1-4- Notion de seuil de nuisibilité	16
1-4-1- Seuil de nuisibilité biologique (SNB)	18
1-4-2- Seuil de nuisibilité économique (SNE)	18
1-5- Allélopathie arvensale	19
1-5-1- Composés allélopathiques : Molécules strictement végétales	20
1-5-2- Métabolites d'allélopathie	21
Chapitre 2 : Evolution de la flore adventice	
2-1- Aspect écologique de la germination des mauvaises herbes	23
2-2- Phénomène germinatif dans l'infestation des cultures	24
2-3- La germination	25
2-4- Dynamique des semences des mauvaises herbes	27
2-5- Facteurs et mécanismes d'évolution	28

Chapitre 3 Biologie des adventices :
Cycles végétatifs, Types biologiques, différenciation
et mode de dissémination

3-1-	Biologie des adventices : Cycles végétatifs et types biologiques des adventices	29
3-1-1-	Les plantes annuelles	31
3-1-2-	Les plantes bisannuelles	33
3-1-3-	Les plantes pluriannuelles	34
3-1-4-	Les espèces vivaces	34
3-2-	Différenciation entre adventices monocotylédones et dicotylédones	36
3-2- 1-	Les monocotylédones (Graminées)	37
3-2- 2-	Les dicotylédones	38
3-3-	Dispersion des semences des adventices	42
3-3-1-	Dispersion grâce à des mécanismes appartenant à la plante elle-même (Autochorie)	42
3-3-2-	Dispersion par l'eau (Hydrochorie)	43
3-3-3-	Dispersion par le vent (Anémochorie)	43
3-3-4-	Dispersion par animaux (Zoochorie)	44
3-3-5-	Dispersion par l'homme	46
3-4-	Fiches descriptives de quelques adventices	46

Chapitre 4 : Lutte contre les mauvaises herbes

4-1-	Pourquoi lutter contre les mauvaises herbes ?	55
4-2-	Moyens préventifs	56
4-3-	Moyens culturaux	57
4-3-1-	Le labour et le travail du sol	57

4-3-2-	La rotation	59
4-3-3-	Le désherbage	60
4-3-4-	Matériels de désherbage mécanique	60
4-3-4-1-	Herse étrille	61
4-3-4-2-	Bineuse à socs	62
4-3-4-3-	Bineuse étoile	64
4-3-4-4-	Bineuse à torsion	66
4-3-4-5-	Bineuse à doigts	68
4-3-4-6-	Houe rotative	70
4-3-4-7-	Brûleur à gaz	71
4-3-5-	La fertilisation	72
4-4-	La lutte biologique	72
4-5-	La lutte par les moyens chimiques	73
4-5-1-	Avantages de la lutte chimique	75
4-5-2-	Inconvénients de la lutte chimique	75
4-5-3-	Classification des herbicides	75
4-5-3-1-	Selon la sélectivité	75
4-5-3-2-	Selon la période d'emploi	76
4-5-3-3-	Selon le mode d'action	76
4-5-3-4-	Selon la composition chimique	77
4-5-4-	Fiches de quelques herbicides utilisés	77
4-5-4-1-	Définition d'herbicide	77
4-5-4-2-	Classification globale des herbicides	78
4-5-4-3-	Quelques herbicides et leurs risques potentiels de manipulation	79

4-6-	Résistance	83
4-6-1-	Définition de la résistance	83
4-6-2-	Origine des résistances végétales	84
4-6-3-	État des lieux	84
4-6-4-	Mécanismes de la résistance	85
4-6-5-	Résistance métabolique	85
4-6-6-	Identifier et confirmer la résistance	86
4-6-7-	Les facteurs favorables à la résistance	87
4-6-8-	La résistance : il faut se méfier	88

Références bibliographiques

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1 :	Différents types de nuisibilités des mauvaises herbes	16
Figure 2 :	Différents seuils de nuisibilité des mauvaises herbes	17
Figure 3 :	Les types biologiques des végétaux	36
Figure 4 :	Les distinctions des espèces monocotylédones	37
Figure 5 :	Reconnaissance des dicotylédones adventices	41
Figure 6 :	Jeune plant à gauche et plant fructifère à droite de <i>C. arvensis</i>	46
Figure 7 :	Jeune plant à gauche et plant fructifère à droite de <i>S. arvensis</i>	48
Figure 8 :	Plant fructifère de <i>C. arvensis</i>	50
Figure 9 :	<i>R. obtusifolius</i> à gauche et <i>R. crispus</i> à droite	51
Figure 10 :	Des plants de <i>C. dactylon</i>	53
Figure 11 :	Herse étrille	61
Figure 12 :	Bineuse à socs	62
Figure 13 :	Bineuse étoile	64
Figure 14 :	Bineuse à torsion	66
Figure 15 :	Bineuse à doigts	68
Figure 16 :	Houe rotative	70
Figure 17 :	Brûleur à gaz	71
Figure 18 :	Classification des herbicides selon la sélectivité, la technique d'application et le mode d'action	74

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1 :	Potentiel de production des semences de quelques adventices	23
Tableau 2 :	Longévité de quelques adventices des cultures	28

Liste des photographies

N°	Titre	Page
Photographie 1 :	Parcelle salie par les adventices en absence de lutte	4
Photographie 2 :	Parcelle de céréale plus ou moins propre à coté d'une parcelle envahie par la moutarde des champs	9
Photographie 3 :	Adventices dans les cultures de la betterave et de fenouil dans le périmètre agricole d'El-Maâdher	12
Photographie 4 :	Adventices dans les cultures de laitue et de luzerne dans le périmètre agricole d'El-Maâdher	13
Photographie 5 :	Adventices dans les cultures de blé dur dans le périmètre agricole d'El-Maâdher	14

Introduction

Parmi les contraintes du processus productif dans le domaine agricole les mauvaises herbes occupent une place importante parmi les bioagresseurs. Ce sont des contraintes biologiques qui affectent directement ou indirectement la production agricole quantitativement et qualitativement.

Ces bioagresseurs végétaux, ennemis des cultures et inféodés à l'espace agricole occupent une place très importante. Toute une science leur est consacrée : « La Malherbologie ». Cette science s'efforce à l'étude de la connaissance de ces plantes et les applications concrètes touchant les méthodes de lutte (**Booth et Swanton, 2002**).

« La malherbologie peut-être considérée comme une branche de l'écologie dont l'objet d'étude concerne les seules espèces végétales adventices inféodées à un environnement où la pratique humaine détermine fortement le devenir des espèces. Pourtant, malherbologie et écologie se sont développées comme des champs d'études distincts » (**Fried, 2007**).

Ces plantes sont considérées comme nuisibles à tous les stades de développement de la culture où il y a enregistrement de concurrence et de compétition face aux plantes cultivées étant donné que ce ci se traduit par la mesure que ces plantes utilisent les mêmes ressources comme la lumière, l'eau ou les éléments minéraux (**Doré et al. 2006 in Quillet 2010**) que les plantes cultivées. Ces mauvaises herbes servent aussi d'hôtes ou réservoirs de prédateurs et exercent même des phénomènes d'allélopathie sur les espèces cultivées. Toutes ces atteintes affectent le rendement et la qualité des récoltes (**Kouakou et al., 2016**).

Le terme adventice est admis comme synonyme de « mauvaise herbe » et désigne une plante introduite accidentellement à l'insu de l'homme (**Bailly et al., 1980**), c'est une plante qui est indésirable dans la parcelle agricole où elle

prospère (**Vioix, 2004**) qu'il s'agit de plante spontanée ou même de plantes de précédents culturaux.

La production agricole doit augmenter de 50 à 54% pour nourrir une population mondiale qui devrait atteindre 9,7 milliards d'ici 2050 (**FAO, 2018**). En parallèle, les pertes de récoltes dues aux mauvaises herbes continuent de réduire la production mondiale disponible. D'après **Djabran et al. (2015)**, ces pertes sont estimées à 34%. Elles sont de l'ordre de 20 à 30 % dans les céréales (**Moussaoui et al., 2017**). Les mauvaises herbes causent des pertes pouvant atteindre 70% dans les rizières et peuvent également toucher d'autres cultures vivrières telles que le maïs et la pomme de terre (**Rial et al., 2014**).

Les écologues étudient les fondements de l'interaction des espèces à leur milieu et privilégient souvent les habitats peu modifiés par l'homme tandis que les spécialistes en malherbologie s'orientent plutôt sur des applications concrètes touchant les méthodes de lutte contre les adventices (**Booth et Swanton, 2002**).

Les mauvaises herbes sont une des principales contraintes biologiques qui affectent la production agricole. D'après **Cramer (1967)** cité par **Le Bourgeois (1993)**, les pertes de production en Afrique dues aux mauvaises herbes montrent une large variation allant de 10 à 56% suivant les conditions édapho-climatiques du milieu en question. En Algérie les pertes de rendements sont évaluées à 24.5% et peuvent aller bien plus haut que ces valeurs en cas de fortes infestations.

Donc pour prévenir la nuisance qu'engendrent ces plantes il faut d'abord les connaître (caractères distinctifs, biologie, type biologique, multiplication ...) afin de pouvoir les éliminer ou dans la mesure du possible atténuer leurs effets négatifs sur les cultures (**Praloran 1971 in Chemouri et Belmir 2014**).

Chapitre 1 : Aperçu général sur les mauvaises herbes

1-1-Définition de « mauvaise herbe »

Une mauvaise herbe est une plante herbacée ou, par extension, une plante ligneuse qui à l'endroit où elle se trouve, est indésirable. Le terme adventice est admis comme synonyme, bien que son sens botanique soit différent : il désigne une plante introduite accidentellement à l'insu de l'homme **(Bailly et al., 1980)**.

Le terme « mauvaise herbe » est couramment employé pour désigner toute plante indésirable là où elle se trouve **(Bailly, 1980)**.

La malherbologie désigne la science qui étudie et élimine les mauvaises herbes dans les champs cultivés **(Gautier et Desmoulins, 2016)**.

Le concept de mauvaise herbe est le plus utilisé par la profession agricole. Il qualifie péjorativement un élément végétal inopportun, non semé ou non planté, et issu de graine ou de multiplication végétative **(Tissut et al., 2006)**. C'est un terme courant pour montrer toute plante non souhaitée dans une culture **(Bailly, 1980)**.

Les mauvaises herbes ont été appelés « plantes qui poussent dans le mauvais endroit ». De manière significative, c'est des plantes qui sont en concurrence avec des plantes que nous voulons développer. Ils les concurrencent pour l'eau, la lumière du soleil et les éléments nutritifs dans le sol. Dans certains cas, leur semences contaminent les cultures de semences et réduisent la valeur marchande. Certaines mauvaises herbes ont la capacité de modifier la chimie du sol, mais subtil avec des effets néfastes sur les espèces de plantes et, par la suite, les animaux **(Anonyme a, 2006)**.

On réserve généralement l'expression « mauvaises herbes agricole » aux plantes qui concurrencent les plantes cultivées sans être invitées. L'expression « mauvaises herbes » fait donc problème, car à moins d'être également toxique, elles sont plus indésirables que nocives en soit. C'est pourquoi on les qualifie plutôt d'adventices, ce qui signifie « survenir du dehors » (**Roger, 2013**).



Photographie 1 : Parcelle salie par les adventices en absence de lutte
(Source : **Google photos - 2021**).

Le terme adventice a été introduit par les agronomes à partir de la fin du 18^e siècle pour remplacer celui de « mauvaise herbe » (**Mots-agronomie .inra.fr, 2006**). En effet, les espèces de plantes adventices peuvent s'avérer bénéfique, neutre ou néfastes pour les activités humaines suivant le contexte dans lequel elles poussent. L'AFPP définit l'adventice comme : espèce végétal étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer. Elle note également qu'en agronomie le terme

d'adventice est synonyme de mauvaise herbe. Adventice réfère au latin « adventicius » signifiant qui vient d'ailleurs, du dehors, en un mot qui vient de l'étranger (**Tissut et al., 2006**).

Pour **Hamadache (1995)**, une mauvaise herbe est définie comme une plante herbacée, annuelle ou pérenne qui là où elle se trouve, est indésirable. Quand à **Longchamp (1977)**, une mauvaise herbe dépend des inconvénients qu'elle présente pour l'homme.

Les adventices, aussi appelées mauvaises herbes. Ce sont des plantes présentes naturellement dans un milieu, qui se développent dans les champs cultivés ou dans les jardins. Les adventices sont adaptés aux mêmes sols et aux mêmes conditions climatiques que les plantes cultivées. Les pratiques qui favorisent les cultures favorisent aussi les mauvaises herbes (**Anonyme b, 2006**). Ce sont des plantes qui se propagent naturellement (sans l'intervention de l'homme) dans les habitats naturels ou semi naturels (**Brunel et Tison, 2005**).

Cependant, les écologistes voient les mauvaises herbes comme utiles, car elles stabilisent le sol et réduisent ainsi l'érosion éolienne et hydrique. Pour eux, toute plante quel que soit l'endroit où elle pousse, joue un rôle dans les autres aspects positifs. La **F.A.O (1988)**, considère certains adventices comme importantes pour l'alimentation humaine, l'utilisation médicinale, fourrage pour les animaux d'élevage, l'apport d'humus, le nectar pour les abeilles et éventuellement des refuges pour les insectes utiles.

Dans le langage écologique, une adventice « Weed » en anglais, « Unkraut » en allemand, est une plante qui croit de façon spontanée dans les milieux modifiés par l'homme. Cependant suivant le sens malherbologique, une mauvaise herbe est une plante indésirable dans les cultures (**Godinho, 1984**).

Boullard (1965) définit la notion des « mauvaises herbes » tous les végétaux qui se développent accidentellement dans les cultures, pour des raisons diverses, se répand brusquement et spontanément dans une nouvelle région en s'y avérant parfois indésirable pour l'homme.

Les plantes adventices, aussi appelées mauvaises herbes, sont des plantes présentes naturellement et qui se développent dans les champs cultivés. Les adventices sont adaptés aux mêmes sols et aux mêmes conditions climatiques que les plantes cultivées (**Karkour et Fenni, 2016**).

1-2- Importance agronomique des adventices

Selon **Benarab (2021)**, les adventices sont considérées comme une contrainte biotique importante pour la production agroalimentaire. Elles représentent un des freins importants à la croissance de certaines cultures dans les zones à températures plus extrêmes et d'une pluviométrie plus faible en particulier dans les pays en développement (**FAO, 2016**).

Elles sont indésirables dans les milieux cultivés par ce qu'elles interfèrent avec les cultures par une concurrence directe pour la lumière, l'eau, et les éléments nutritifs salissement de la récolte et du sol (stock de graines) (**Gazoyer et al., 2002; Araniti et al. 2011; Kouakou et al., 2016**). Les mauvaises herbes déprécient la qualité des récoltes par l'augmentation du pourcentage d'impuretés dans les récoltes, par le goût et l'odeur désagréable, et par la présence de semences toxiques. Elles créent, de plus, un milieu favorable au développement des maladies et ravageurs (**Alhaithloul, 2019**). Les pertes occasionnées par les adventices à l'échelle mondiale sont estimées à 34% des récoltes (**Djabran et al., 2015**). Elles réduisent le rendement des céréales de 20 à 30% (**Moussaoui et al., 2017**). Selon la **FAO (2013)**, les pertes varient suivant les cultures, elles sont de l'ordre de 7.7%-23% chez le blé, 10.2%-

37.1% dans les rizières, 10.6%-40.3% pour le maïs, 8.3%-30.2% chez la pomme de terre et 7.5%-37% pour le soja. Au niveau Européen cette estimation est de 7% (**Silvy, 1999**). Dans le monde en développement ces pertes sont toujours de moins de 15% par an, en Afrique, elles peuvent atteindre 50 à 60% dans les zones céréalières fortement infestées par les mauvaises herbes (**Labrada, 1992**). En Algérie, elles sont comprises entre 20 et 50% (**Laddada, 1979**).

1-3- Nuisibilité des mauvaises herbes

Pour analyser les effets des adventices sur les performances d'une culture, on distingue la nuisibilité primaire, qui correspond à une effet indésirable de la population d'adventices sur le produit (rendement ou qualité) de la nuisibilité secondaire qui correspond aux dommages que la flore potentielle ou réelle peut avoir sur la capacité de production ultérieure (augmentation de stock semencier par exemple). La nuisibilité primaire s'exerce à la fois sur la qualité et la quantité de la récolte. On distingue alors la nuisibilité directe qui correspond à la diminution de la production quantitative et la nuisibilité indirecte qui est la diminution de la qualité des récoltes (**Valantin-Morison et al., 2008**).

1-3-1- Nuisibilité primaire

1-3-1-1- Nuisibilité directe

- ✓ Prélèvement d'eau

Comme les plantes cultivées, les mauvaises herbes font circuler dans leurs tissus d'importantes quantités d'eau pour édifier leurs matières sèches. La croissance rapide des mauvaises herbes entraîne des besoins en eau importants qui se situent souvent avant ceux des plantes cultivées (**Pousset, 2003**).

✓ Prélèvement des éléments fertilisants

Tous les prélèvements s'effectuent au moment de la croissance rapide des mauvaises herbes et épuisent les réserves du sol, entraînant des carences lorsque la plante cultivée a des besoins importants (**Pousset, 2003**).

Une forte fertilisation phosphatée dans une culture avec une réaction relativement faible au phosphore, peut être une mauvaise pratique agronomique s'il y a présence d'espèce de mauvaises herbes, qui sont capable de réagir vivement au phosphore du sol. Le développement de nouvelles stratégies de gestion des engrais qui favorisent plus les cultures que les mauvaises herbes serait un ajout important aux programmes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures (**Blackshaw et al., 2004**).

✓ L'effet écran

Les mauvaises herbes à croissance rapide et à feuilles larges créent un écran qui gêne la photosynthèse de la plante cultivée, c'est le cas par exemple du chénopode. Certaines mauvaises herbes lianescentes arrivent à étouffer les plantes cultivées en s'enroulant autour de leur tige. C'est le cas par exemple du liseron des champs : *Convolvulus arvensis* (**Belaid et Dotchev, 1990**).

1-3-1-2- Nuisibilité indirecte

✓ Télétoxicité, allélopathie

Le terme allélopathie désigne l'émission ou la libération par une espèce végétale ou par l'un des organes vivants ou morts des substances organiques toxiques entraînant l'inhibition de la croissance des végétaux se développant au voisinage de cette espèce ou lui succèdent sur le même terrain (**Caussanel, 1996**). Beaucoup de mauvaises herbes possèdent cet effet allélopathique

(Caussanel, 1989). L'exemple le plus facile à retenir étant celui de la moutarde des champs : *Sinapis arvensis*.

- ✓ Dissémination et conservation des parasites de cultures

- ✓ Certaines mauvaises herbes admettent les mêmes parasites et les mêmes prédateurs que les plantes cultivées **(Pousset, 2003)** donc elles constituent des foyers potentiels à ces bioagresseurs.



Photographie 2 : Parcelle de céréale plus ou moins propre à coté d'une parcelle envahie par la moutarde des champs (Source : **Mekhlouf 2020**).

1-3-2- Nuisibilité secondaire

- ✓ Frais de triage

Les semences de mauvaises herbes sont considérées comme des impuretés dans les récoltes et qu'il faudrait toujours éliminer par triage. L'opération de triage est souvent délicate par fois même impossible **(Pousset,**

2003) et la plus part du temps couteuse. Exemple : Par suite de l'absence de différence de grosseur ou de densité comme c'est le cas de la folle avoine et celle cultivée (**Putnam, 1985**).

✓ Intoxication alimentaire

Un certain nombre de mauvaises herbes sont vulnérantes et susceptibles de provoquer des intoxications alimentaires plus ou moins grave du fait de la présence de leurs semences ou de fragments de la plante dans les produits végétaux utilisé par l'homme ou les animaux domestiques (**Pousset, 2003**). L'exemple le plus frappant est celui de la morelle noire : *Solanum nigrum*.

✓ La compétition pour la pollinisation de l'espèce cultivée au niveau des vergers arboricoles et parfois dans les champs cultivés où on est face à la même famille botanique comme c'est le cas des crucifères. Exemple : Le colza et les crucifères adventices (Ravanelle, Moutarde des champs ...) .

Les adventices sont nuisibles de 4 façons :

- Elles concurrencent la plante cultivée,
- Elles déprécient la récolte par leurs fragments et leurs graines,
- Elles entraînent des difficultés de ramassage (bourrages des machines),
- Elles permettent le développement de certains ravageurs et parasite

On distingue deux types de nuisibilité ; potentielle et réelle.

°**La nuisibilité potentielle** : c'est l'effet qui sera produit si chaque graine ou organe de multiplication de la mauvaise herbe donne un individu à la levée.

°**La nuisibilité réelle** : elle est liée aux plantes (mauvaise herbes) qui lèvent réellement au cours de la durée de la culture.

Au sein de nuisibilité réelle, on retrouve une nuisibilité primaire et une nuisibilité secondaire

°La nuisibilité primaire : c'est une nuisibilité qui affecte la qualité et la quantité de la production au cours du cycle de la culture.

°La nuisibilité secondaire : c'est une nuisibilité qui affecte les capacités ultérieures de la production au niveau de la parcelle ou de l'exploitation (augmentation du stock semencier du sol).

Concernant la nuisibilité primaire : celle-ci se subdivise en nuisibilité directe et indirecte.

°La nuisibilité directe : ce sont les effets de concurrence qui se manifestent par la diminution de quantité de la production.

°La nuisibilité indirecte : ce sont tous les autres effets indésirables des mauvaises herbes ; dépréciation de la qualité, difficulté de récolte et mauvais état sanitaire.

L'étude de la flore arvensale en **2019-2020** portant sur quelques cultures dans le périmètre d'El Maâdher Boussaada dans la wilaya de M'Sila – Algérie (**Zedam et al., 2021**) nous a laissée découvrir un certains nombre d'adventices inféodées à telle ou telle type de culture où leur nuisibilité fût déterminée et les espèces clés furent identifiées comme le montre les photographies 3, 4 et 5.



Parcelles de betterave rouge



Parcelles de fenouil

Photographie 3 : Adventices dans les cultures de la betterave et de fenouil dans le périmètre agricole d'El-Maâdher
(*Photographies originales : Benoumhani O. 2019*)



Parcelles de laitue



Parcelles de luzerne

Photographie 4 : Adventices dans les cultures de laitue et de luzerne dans le périmètre agricole d'El-Maâdher (*Photographies originales : [Benoumhani O. 2019](#)*)



Parcelles de blé dur

Photographie 5: Adventices dans la culture de blé dur dans le périmètre agricole d'El-Maâdher (*Photographies originales : [Benoumhanj O. 2019](#)*)

La nuisibilité directe qui est l'effet de concurrence englobe la compétition et l'allelopathie.

-La compétition est une concurrence qui s'établit entre plusieurs organismes pour la même source (eau, éléments nutritifs, lumière, espace ...).

-L'allelopathie est une production ou émission de substances toxiques par une plante à partir de l'un de ses organes (mort ou vivant) entraînant l'inhibition de la croissance des plante se développant au voisinage de cette espèce.

Exemples :

Ray-gras : toxique pour le blé

Chardon : toxique pour l'avoine

Coton : toxique pour la folle avoine

Si les endommagements sont dus à l'influence associée à la fois de la flore réelle et de la flore potentielle cela s'étendent aussi à l'aptitude ultérieure de production, soit au niveau de la parcelle par accroissement du potentiel semencier du sol notamment, ou bien au niveau de l'exploitation agricole par la création et multiplication de foyers d'infestation par exemple (figure 1).

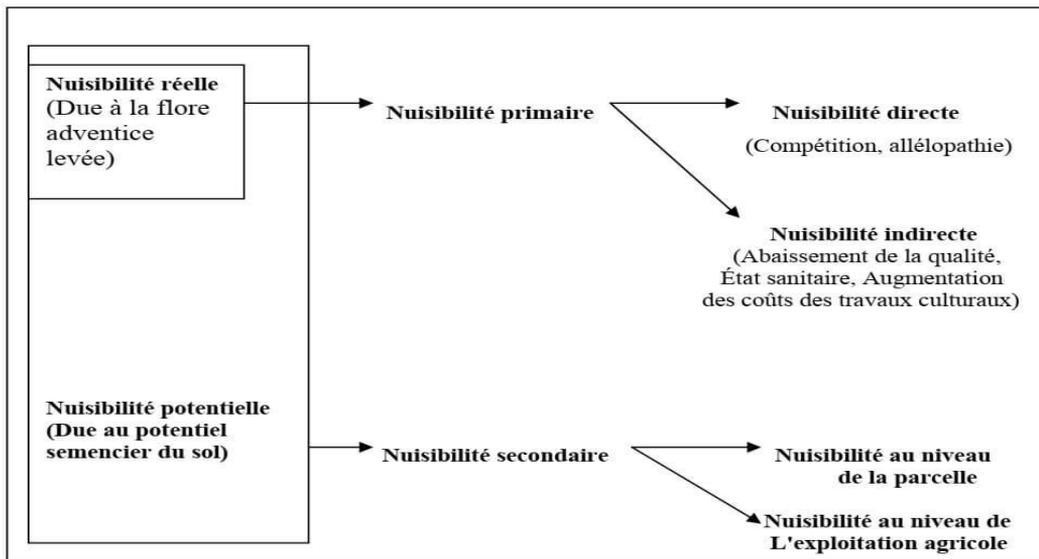


Figure 1 : Différents types de nuisibilités des mauvaises herbes
(Caussanel, 1989)

1-4- Notion de seuil de nuisibilité

Il y a une relation entre le seuil de nuisibilité et les types de nuisibilités adventice. Le seuil de nuisibilité exprime le niveau d'infestation adventice, ce qui fait les désherbations rentables (figure 2).

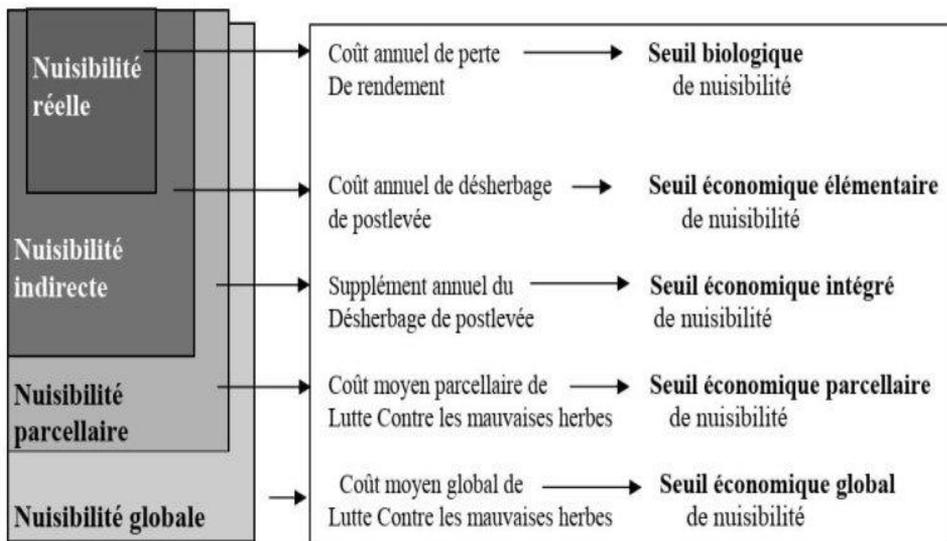


Figure 2 : Différents seuils de nuisibilité des mauvaises herbes (Caussanel, 1996).

En premier, la décision de traitement des mauvaises herbes doit être considérée à différents niveaux : celui d'une parcelle cultivée, celui d'une culture de l'assolement, celui d'une exploitation agricole et celui d'une région à caractéristiques socio-économiques définies.

Autrement, déterminer un seuil de nuisibilité pour chacun de ces niveaux exige de faire une synthèse entre des prévisions biologiques (risques d'infestation par les adventices et les productions potentielles envisagées) et des prévisions économiques à plus ou moins long terme, évaluation des coûts de lutte contre les mauvaises herbes et l'estimation de la valeur des produits récoltés (Caussanel, 1989).

1-4-1-Seuil de nuisibilité biologique (SNB)

Il est appelé aussi seuil de nuisibilité technique, se définit comme étant le niveau d'infestation à un moment donné à partir duquel une baisse de rendement de la culture est mesurée (**Caussanel et al., 1986; Caussanel, 1989**). Le seuil de nuisibilité biologique dans une culture est habituellement exprimé par la densité critique de mauvaise herbe, c'est-à-dire par la densité à partir de laquelle une perte de rendement est mesurée.

Le SNB peut dépendre de certains nombre de facteurs : dose de semis, date de levée de mauvaise herbe, nature de la mauvaise herbe et du potentiel productif de la plante cultivée.

Exemple de SNB pour quelques mauvaises herbes :

-Folle avoine	SNB= 5,3 plt /m ²
-Gaillet	SNB= 1,8 plt /m ²
-Chénopode blanc	SNB= 6 plt /m ²
-Renouée des oiseaux	SNB= 5 plt /m ²

1-4-2-Seuil de nuisibilité économique (SNE)

Ce seuil est défini comme le niveau d'infestation dont une opération de désherbage devient rentable (**Caussanel et Barralis, 1973 ; Caussanel et al., 1986**). Le seuil de nuisibilité biologique tient compte de la nuisibilité directe des adventices, alors que le seuil de nuisibilité économique tient compte de la nuisibilité totale.

Des seuils de nuisibilité économiques sont connus pour quelques cultures telles que les céréales. Exemples de SNE sur blé pour quelques mauvaises herbes :

-Folle avoine	SNE= 12 à 15 plt /m ²
-Gaillet	SNE= 20 plt /m ²
-Ray-grass	SNE= 15 à 20 plt /m ²
-Vulpin	SNE= 25 à 30 plt /m ²

1-5-Allélopathie arvensale

Elle se définit comme tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement : atmosphère, sol... **(Rice, 1984)**. D'après **Torres et al. (1996)**, elle comprend l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement de d'autres espèces végétales. Quand certaines plantes supérieures sont capables de réagir biologiquement en présence de d'autres espèces, il s'agit d'allélopathie **(Boulard, 1997)**. Au début du millénaire actuel, le concept de l'allélopathie s'est élargi et connu. **Delaveau (2001)**, considère l'allélopathie comme une maladie (patho: maladie), elle signifie l'interaction des substances chimiques bio-synthétisées par une plante avec d'autres organismes. Elle est d'après **Inderjit et Callaway (2003)**, l'effet négatif des produits chimiques libérés par une espèce végétale sur une autre pour compromettre son développement ou sa reproduction. Selon **Machexi et al. (2005)**, l'allélopathie représente la compétition chimique qui peut exister entre des plantes de différentes espèces à l'intérieur d'une communauté végétale. Elle est l'effet direct ou indirect d'une plante sur une autre à travers la production de composés chimiques libérés dans l'environnement par les racines ou les résidus de récolte **(Capillon, 2006)**.

L'allélopathie est définie par "International Allelopathy Society" comme tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par les plantes, les algues, les bactéries et les champignons qui influe sur croissance et le développement des systèmes agricoles et biologiques (**Movellan et al., 2012**). Selon **Mamarot et Rodriguez (2014)**, l'allélopathie est l'émission de substances antagonistes ou toxiques dans le milieu ambiant par des végétaux (morts ou vivants) et empêchant l'implantation ou le développement de d'autres espèces. C'est un phénomène par lequel certains végétaux secrètent des substances qui inhibent la germination des graines et/ou la croissance de d'autres végétaux présents dans leur voisinage (**Triplet, 2015**).

1-5-1-Composés allélopathiques : Molécules strictement végétales

Les composés allélochimiques ou allélochimiques sont des substances organiques produites par une plante (**Movelln et al., 2012**). Ils affectent le développement des plantes en voisinage de la plante émettrice (**Lebecque, 2019**). La plupart des allélochimiques sont des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces composés peuvent être stockés dans une vacuole ou vésicule (détoxification ou réservoir en molécules), ou synthétisés dans les divers organes de la plante, et, souvent, produits seulement sur une durée spécifique du développement de la plante. Ils sont souvent synthétisés en situation de stress biotique ou abiotique (**L'Etang, 2012**). Les métabolites secondaires diffèrent en fonction des espèces et, bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des

éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires (**Krief, 2003**). Selon **Page et Grume (2014)**, les composés allélochimiques ont des effets analogues à ceux des herbicides. Plus largement, de nombreuses molécules d'origine végétale s'avèrent phytotoxiques, et pourraient donc servir d'herbicides naturels présentant potentiellement des modes d'actions nouveaux et une biodégradabilité plus élevée que les herbicides synthétiques traditionnels (**Lebecque, 2019**). Le principe d'action des bioherbicides est similaire aux mécanismes d'interactions hôtes/agents pathogènes et au phénomène d'allélopathie (**Triolet et al., 2016**). Les effets des allélochimiques d'une plante introduite pourraient être plus puissants contre les plantes non co-évoluées originaires de la zone réceptrice de la plante introduite (**Jarchow et Bradley, 2009**).

1-5-2-Métabolites d'allélopathie

La quasi-totalité des molécules caractérisées comme agents allélopathiques sont des métabolites secondaires végétaux. Ces métabolites se rencontrent généralement en faibles quantités (moins de 1% du poids sec), dépendent fortement du stade physiologique et de développement de la plante (**Akula et Ravishankar, 2011**). Leur production peut être soit largement répondue soit limitée à certaines familles botaniques, ou à certains genres voir à certaines espèces particulières (**Hopkins, 2003**). Elles sont impliquées dans les mécanismes de défenses des plantes, elles contribuent aussi dans les processus

de compétition inter et intraspécifiques des végétaux, dans les différents types d'associations et sont ainsi impliquées dans les phénomènes d'attractions (substances sémio-chimiques) **(Croteau et al., 2000)**. L'extraordinaire diversité de métabolisme végétal est à l'origine de plusieurs dizaines de milliers de structures qui peuvent être classées en trois grandes catégories; les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes. Ils dérivent principalement du métabolisme primaire via les molécules charnières comme l'acide shikimique, l'acétyl- CoA et l'acide mévalonique, et il existe donc des liens étroits entre les grandes fonctions physiologiques des végétaux (photosynthèse et respiration) et la production de métabolisme secondaires potentiellement allélopathiques (fig. 02) **(Chiapusio et al., 2008)**.

Exemples de plantes allélopathiques :

- Folle avoine / Céréales.
- Ray gras / Blé.
- Moutarde des champs / Céréales.
- Poids chiche / plantes herbacées.
- Noyer / toute plante.
- Eucalyptus / végétation du sous bois sauf l'accacia.

Chapitre 2 : Evolution de la flore adventice

2-1-Aspect écologique de la germination des mauvaises herbes

Dans le sol, il existe une quantité importante de semences de mauvaises herbes viables ou en dormance (stock semencier) qui se renouvelle chaque année, donc il est inépuisable.

Les mauvaises herbes se caractérisent par un potentiel productif très important de semences.

Exemple des potentialités productives de plantes adventices :

- Le coquelicot donne 50.000 graines /ped
- La folle avoine donne 500 graines /ped
- La carotte sauvage donne 10.000 graines /ped
- La moutarde des champs donne 4.000 graines /ped

Le stock semencier des adventices des cultures paraît inépuisable face à ce qui est produit annuellement. **Benarab (2021)** cite que le potentiel de production des semences de quelques adventices est plus important (Tableau 1).

Tableau 1 : Potentiel de production des semences de quelques adventices

Espèces	Nombre de semences par pied mère de mauvaises herbes
Folle avoine (<i>Avena fatua</i> L.)	250-500
Ray-grass d'Italie (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	3000-10 000
Vulpin des champs (<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson)	500-3000
Anthémis élevée (<i>Anthemis altissima</i> L.)	10 000
Anthémis cotule (<i>Anthemis cotula</i> L.)	5000- 10 000
Matricaire camomille (<i>Matricaria recutita</i> (L.) Raushert)	20 000-30 000
Moutarde des champs (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	1000-5000
Rapistre rugeux (<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) Tous.)	1000-2000
Ravenelle (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	500-1000
Rumex (<i>Rumex</i> sp.)	5000-10000
Panic pied de coq (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.)	3000-30 000
Renouée des oiseaux (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	400- 1000
Morelle noire (<i>Solanum nigrum</i> L.)	3000- 10 000
Amarantes (<i>Amaranthus</i> sp.)	40 000- 120 000
Chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i> L.)	2500- 30 000
Datura stramoine (<i>Datura stramonium</i> L.)	5000

(Source : **Mamarot et Rodriguez 2014**)

Il existe deux méthodes pour évaluer le stock semencier dans une parcelle.

- ✓ **La première méthode** : consiste à faire un carottage à l'aide de tarière. L'échantillon est mis en conditions de germination dans un bac. Ensuite on compte le nombre de graines germées et qu'on généralise sur l'ensemble de la parcelle
- ✓ **La deuxième méthode** : consiste à prendre l'échantillon du sol et à faire disperser dans un récipient grâce à l'eau oxygénée. Puis on compte le nombre de graines qui se trouve dans le récipient.

Pour une profondeur de sol de 15 à 20 cm, le stock semencier est estimé entre 10^6 à 10^9 graines/ ha et si le stock dépasse $30 \cdot 10^6$ graine/ha, les désherbages ne serviront qu'à limiter ce stock puisqu'il sera inépuisable.

C'est l'aptitude à la germination qui va conditionner l'apparition des mauvaises herbes dans un champ.

Pour qu'une graine germe, il faut qu'elle acquière cette aptitude, sinon on dit qu'elle est en dormance. Il ya deux types de dormance : primaire et secondaire

-Dormance primaire : c'est une dormance physiologique liée à la plante mère.

-Dormance secondaire : c'est une dormance liée aux conditions externes ou écologiques de la germination.

2-2- Phénomène germinatif dans l'infestation des cultures

Les semences de mauvaises herbes que ce soient annuelles, pluriannuelles ou vivaces, se trouvant dans le sol ou déposées en surface, représentent le capital d'infestation principal.

Les façons culturales enfouissent les semences récemment tombées à des profondeurs variables, de ce fait certaines se trouvent dans des conditions (oxygénation, éclairage...) non compatibles momentanément ou définitivement à leur germination. Mais les semences ramenées en surface, qui ont conservé leur viabilité se trouvent donc rétablies dans des conditions favorables de germination. Ainsi cette dernière peut se produire si l'humidité est suffisante, surtout que le séjour dans le sol a grandement augmenté l'aptitude à la germination des semences.

Les espèces de mauvaises herbes sont en majorité (80 à 90 %) des espèces annuelles. Ces espèces sont aussi thérophytes (bouclent leurs cycles de développement dans l'année biologique, c'est-à-dire durant la belle saison et passent l'hiver sous forme de graines).

Cette dominance d'espèces thérophytes est beaucoup plus accentuée sous climat méditerranéen et steppique en raison de longues périodes sèches.

Si l'épaisseur du sol est 1 à 5 cm, les espèces de mauvaises herbes s'expriment en majorité (germent). Cependant certaines espèces germent plus vite en couches minces, c'est le cas du coquelicot (petite graines), inversement les semences plus grandes germent mieux en profondeur c'est le cas de la folle avoine.

2-3- La germination

Elle dépend de plusieurs facteurs: température, humidité, aération, etc...

-La température

Les besoins varient selon l'espèce et l'âge de la semence ; l'amplitude de l'écart des températures est beaucoup plus stricte pour les semences jeunes

que celles âgées .La température stimule le métabolisme interne des graines et donc la mobilisation des réserves lors de la germination.

-L'humidité (eau)

Les exigences en eau des graines dépendent de leurs tailles mais aussi de leur état initial d'hydratation. L'eau hydrate les tissus embryonnaires et active les enzymes capables d'hydrolyser ses réserves après imbibition de la graine. En effet, aucune germination, ni levée ne sont possible en absence d'eau. Cependant certaines espèces sont très peu exigeantes, c'est le cas du chénopode blanc qui germe lorsque le sol atteint son point de flétrissement. A l'opposé, les akènes de la renouée persicaire colonisent rapidement les terres inondées pendant de longues périodes. Certaines espèces demandent des une alternance de période d'humectation et de dessiccation, c'est le cas du Dactyle.

-L'oxygène

C'est un facteur lié à la profondeur d'enfouissement de la semence. La teneur de l'O₂ dans le sol est de 1 à 5 % et subit des fluctuations selon les interstices du sol (selon la saturation en eau).

-La lumière

En général, on dit que les mauvaises herbes ont une photosensibilité positive, mais par vieillissement sous l'influence des alternances thermiques la photosensibilité peut disparaître partiellement ou totalement.

Parmi les semences photosensibles stricts qui ne germent que près de la surface et quelque soit le degré de vieillissement de et l'action combinée des autres facteurs, on peut citer ; *Rumex crispus*, *Juncus* sp. et *Veronica peregrina*.

En général, en absence de lumière, les graines jeunes ne germent pas, c'est la dormance secondaire.

-La fertilisation

In vitro, les nitrates de potassium est agent de levée de dormance, mais davantage par la présence de potassium que se manifeste l'effet stimulant pour l'absorption de l'eau et l'azote pour la nutrition.

-Les facteurs biologiques

En dehors du rôle indirect des microorganismes qui dégradent suffisamment les téguments pour aider à lever les inhibition d'ordre tégumentaires, il ya un rôle direct sur la germination des mauvaises herbes qui se manifestent par le rôle des exsudats racinaires provenant des plantes cultivées ou d'autre mauvaises herbes .

Exemple : L'orobanche ne peut germer que par la sécrétion d'exsudats racinaires par la fève, pois ou trèfle (légumineuses).

2-4-Dynamique des semences des mauvaises herbes

L'évolution de la flore adventice est très lente pour deux raisons :

- a- Le stock semencier s'épuise très lentement (grande productivité des mauvaises herbes)
- b- Grande longévité des mauvaises herbes qui peut aller de 5 à 80 ans.

Exemples :

- 05 ans pour *Chrysanthemum segetum*
- 10 ans pour *Plantago lanceolata*
- 15 ans pour *Avena sterilis*
- 20 ans pour *Daucus carotta*
- 40 ans pour *Papaver rhoeas*
- 60 ans pour pour *Sinapis arvensis*
- 80 ans pour *Rumex crispus*

Selon **Anonyme (2014 in Benarab 2021)** la longévité des semences des adventices est très variables parmi les espèces (Tableau 2).

Tableau 2 : Longévité de quelques adventices des cultures.

Espèces	Années
Brome stérile (<i>Bromus sterilis</i> L.)	01 an
Véronique (<i>Veronica</i> sp.)	10 ans
Folle avoine (<i>Avena fatua</i> L.), Vulpin (<i>Alopecurus</i> sp.)	15 ans
Matricaire (<i>Matricaria</i> sp.)	20 ans
Gaillet (<i>Galium aparine</i> L.), Coquelicot (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	40 ans
Stellaire (<i>Stellaria</i> sp.)	50 ans
Paturin annuel (<i>Poa annua</i> L.), Géranium (<i>Geranium</i> sp.), Chénopode (<i>Chenopodium</i> sp.)	> 50 ans
Renouée des oiseaux (<i>Polygonum aviculare</i> L.), Moutarde des champs (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	60 ans

(Source : **Anonyme 2014 in Benarab 2021**)

2-5-Facteurs et mécanismes d'évolution

L'évolution de la flore adventice est beaucoup plus quantitative que qualitative

a-Evolution qualitative : Elle est liée à l'apparition d'espèces nouvelles sur la parcelle. Il y a rarement des espèces qui disparaissent. Cette évolution ce fait à l'échelle des siècles.

b-Evolution quantitative : L'homme est le facteur prépondérant dans le renouvellement cyclique des adventices par ses techniques culturales :

- Labour : contribue à la fois à une mise en dormance et levée des graines enfouies. Les labours mal exécutés peuvent favoriser le développement d'espèces à multiplication végétative.

- Semis : utilisation de semences sales, non respect de la dose de semis, profondeur de semis et la date de semis.

- Fertilisation non équilibrée.

- Récolte male faite.

Chapitre 3 Biologie des adventices :

« Cycles végétatifs, Types biologiques et mode de dissémination »

3-1- Biologie des adventices : Cycles végétatifs et types biologiques

Le cycle végétatif d'une espèce révèle sa durée et son mode de vie. Le type biologique fondé sur la très célèbre classification de **Raunkier (1934)** nous indique son mode de survie durant la dure saison de l'hiver : quels sont les organes de conservation de l'espèce et où se situent-ils alors par rapport à la surface du sol ? les cycles végétatifs des mauvaises herbes sont utilisés par l'agronome alors que les types biologiques ressortent du domaine de la botanique (**Tissut et al., 2006**).

En agronomie, les types biologiques indiquent l'itinéraire culturale. Si **Raunkier** a surtout utilisé sa classification pour mieux caractériser les formations végétales du globe, celle-ci n'en reste pas moins valable pour définir l'adaptation des végétaux au milieu culturaux.

Jauzein (1995), souligne que le critère de position des bourgeons pendant la saison la plus défavorable de la plante-adaptation au climat (hiver froid des régions septentrionales, été sec des régions méridionales), ou plus souvent à une instabilité du sol-demeure dans le cas des adventices le critère de base d'une classification biologique. Cette stratification des organes de survie confère aux mauvaises herbes les plus dangereuses une sélectivité de position à l'égard des actions de désherbage que sont les travaux du sol ou l'épandage d'herbicide. Ce critère a aussi l'avantage de pouvoir être analysé sur le terrain, sans faire appel à la moindre technique.

Les champs cultivés englobent les parcelles dont le sol subit régulièrement un retournement, et celle en « non culture » dont le désherbage reste intensif mais strictement chimique.

Le travail trop superficiel et irrégulier favorise l'installation des apophytes*.

Par exemple les thérophytes se manifestent chaque année grâce à la redistribution du stock semencier par le labour. De point de vue évolutif, mais également de sa distribution, ce type biologique serait très probablement le terme ultime de l'évolution végétale et il représente l'expression actuelle de l'adaptation aux habitats productifs et perturbés (**Grime, 1977**).

Ou encore garde une place assez importante. Elles sont particulièrement présentes dans le milieu assez stable, à la périphérie des champs, profitant à la moindre faille dans le système cultural (arrêt du travail du sol ou travail mal réalisé) pour s'introduire dans les parcelles cultivées.

Le travail du sol est alors le meilleur révélateur de la biologie car il n'épargne que les géophytes (**Jauzein, 1995**).

De point de vue agronomique, dans un sol peu travaillé les géophytes et les espèces à multiplications végétative préférentielle sont nettement abondantes (**Delpech, 1980**).

Les vivaces se maintiennent en dépit du désherbage chimique en raison de la profondeur de leurs organes souterrains et de leur pouvoir de multiplication végétative, ou même en bénéficient par fragmentation des organes souterrains par le travail du sol (**Kazi Tani, 2010**).

(*) Apophytes : Plantes indigènes qui ont quitté leurs habitats naturels spontanément vers des sites artificiels.

L'intensification de l'agriculture a créé des conditions nouvelles pour lesquelles peu d'espèces adventices sont équipées. Cependant, le processus d'ajustement à ces nouvelles conditions du milieu a récemment commencé (**Edwards et al., 2006**) et le nombre d'espèces qui ont été éliminées, parce qu'elles n'étaient pas capables de s'adapter, dépasse largement celles qui ont été capables soit de coloniser les nouveaux agro-écosystèmes (les espèces exotiques) ou de s'y adapter par évolution (**Kazi Tani, 2010**).

3-1-1- Les plantes annuelles

Appelées communément « annuelles », ce sont des espèces dont les cycles végétatif sont toujours inférieures à un an et ne fleurissant qu'une fois (espèce monocarpique). Après s'être vidée de ses réserves (hydrates de carbone, protéine, lipides...), qu'elle affecte en totalité aux graines, l'espèce meurt (**Pousset, 2003**).

Les mauvaises herbes annuelles sont de deux types, les annuelles d'été et les annuelles d'hiver. Si on veut élaborer un programme efficace de lutte contre les mauvaises herbes, il est important de faire la distinction entre les deux types d'annuelles (**Mc Cully et al., 2004**).

- **Annuelles d'été**

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

- **Annuelles d'hiver**

Mc Cally et al., (2004) signalent que les plantes annuelles hivernantes germent de la fin août début novembre et passent l'hiver à l'état de semences. Le printemps suivant, elles poussent très rapidement, fleurissent, produisent des graines puis meurent à la fin de la saison.

L'individu annuel ne peut assurer sa descendance qu'après production des grains, particulièrement résistant aux grands froids et à la sécheresse, et pouvant se conserver de nombreuses années. Les populations de mauvaises herbes sont majoritairement annuelles.

Les plantes annuelles strictes forment le type biologique, noté Th, qui passent l'hiver à l'état de graine. Les thérophytes vraies effectuent leur cycle entre deux travaux culturaux, et colonisent principalement les cultures de d'hiver, de printemps et d'été.

Selon **Pousset (2003)**, c'est en fonction de la phénologie de leur germination que les annuelles sont classées en cinq groupes :

a) Les espèces à germinations indifférentes : trois sous-groupes peuvent être ainsi distingués :

- ✓ Espèce totalement indifférentes.
- ✓ Espèce partiellement indifférentes.
- ✓ Espèce apparemment indifférentes.

b) Les espèces à germinations automnale : deux sous-groupes se dégagent :

- ✓ Espèce à germination automnale stricte.
- ✓ Espèce à germination automnale préférentielle ou pré-printanière.

c) Les espèces à germinations hivernale.

d) Les espèces à germinations printanière : Il est possible de distinguer :

- ✓ Espèce à germination printanière stricte.
- ✓ Espèce à germination printanière prolongée.

e) Les espèces à germinations estivale.

3-1-2- Les plantes bisannuelles

Souvent nommées « bisannuelles », ce sont des espèces monocarpiques dont le cycle végétatif est égale ou supérieure à douze mois, mais inférieur à deux ans. Toujours chevauchant deux année, elle nécessite l'élaboration d'une rosette suffisamment copieuse en première année. La mise à fleur se fait en jour longs. Comme les annuelles, elles passent l'hiver à l'état de graine ou de rosette large, plaquée au sol et pourvue d'une racine puissante remplie de réserves : oignon, carotte... **(Pousset, 2003).**

Les mauvaises herbes bisannuelles germent au printemps, développent leurs organes végétatifs durant la première année et passent l'hiver à l'état de rosette puis fleurissent, produisent des graines et meurent la deuxième année **(Mc Cully et al., 2004).**

Les bisannuelles ou hémicryptophytes rares en culture car remises en cause par les travaux du sol (labour, déchaumage, discage), sont notées He.

Au cours de l'hiver, leurs bourgeons sont à moitié cachés au sein des jeunes ébauches foliaires de cœur de la rosette à ras du sol. Tenant le milieu entre les annuelles d'hiver et les hémicryptophytes, elles se comportent parfois comme l'une ou l'autre **(Raunkier, 1934).**

3-1-3- Les plantes pluriannuelles

Les plantes pluriannuelles sont des espèces vivant durant plusieurs années, mais qui dépérissent à la fin après plusieurs floraisons (plante polycarpique). L'individu initie durant plusieurs années des bourgeons axillaires végétatifs qui le pérennisent. Après plusieurs floraisons, généralement sur quelques années, voire sur quelques centaines (cas des arbres), l'individu disparaît ne laissant d'autres descendances que les nombreuses graines élaborées durant sa vie (**Pousset, 2003**).

3-1-4- Les espèces vivaces

Les mauvaises herbes vivaces repoussent année après année et sont particulièrement difficiles à détruire une fois qu'elles sont établies. Toutes les plantes vivaces peuvent se reproduire végétativement ou par graines. Certaines plantes vivaces poussent en solitaire et on les appelle les vivaces simples, qui se multiplient principalement par les graines, mais elles peuvent se reproduire par le mode végétatif lorsque les racines sont coupées et dispersées par un travail du sol. D'autres mauvaises herbes vivaces poussent en grandes colonies ou en plaques à partir de réseaux de racines ou rhizomes souterraines. On les appelle les vivaces rampantes qui se reproduisent à la fois de façon végétative et à partir de graines (**Mc Cully et al., 2004**).

Jauzein (1995), signale que les « vivaces » sont les plantes qui se propagent surtout par des organes végétatifs : bulbe, bulbilles, drageons, rhizomes, stolons, tubercules, racines, tubérisées. La reproduction sexuée joue un rôle généralement mineur dans le maintien et l'extension de l'espèce, et la notion d'individu cède le pas à celle de colonie. Les espèces vivaces appartiennent pour nombre d'être elle ou géophytes, type biologique dont les

bourgeons de remplacement enfouis plus ou moins profondément dans le sol protégé des froids hivernaux. D'autres vivaces sont fréquentes dans les champs bien que n'étant pas des géophytes.

Les vivaces, par leur reproduction végétative exubérantes, leur développement par taches, sont bien adaptées au milieu cultural. Bien plus, le travail du sol favorise bien souvent leur dissémination et leur pouvoir de multiplication en affranchissement de la dominance apicale de nombreux bourgeons jusqu'alors dormants. Elles englobent les types biologiques suivants :

➤ **Phanophytes (Ph)**

Ce sont des végétaux vivaces et en principe ligneux, à bourgeons situés très nettement au-dessus du sol (conventionnellement au-delà de 50cm) sur des tiges dressées. Ils sont de ce fait directement exposés aux rigueurs éventuelles du climat.

➤ **Chaméphytes (Ch)**

Ce sont des végétaux vivaces et le plus souvent ligneux, dont les bourgeons situés à moins de 50 cm au-dessus du sol, sur des tiges dressées ou rampantes.

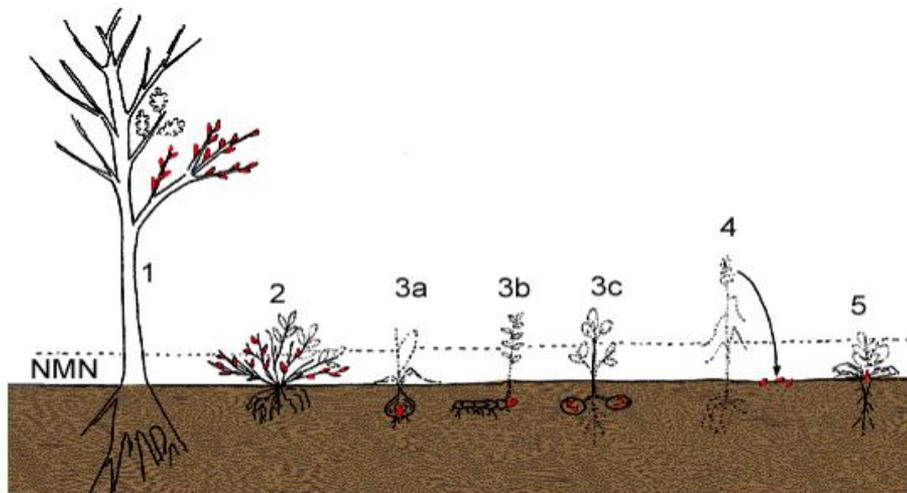
➤ **Géophytes (Ge)**

Ce sont des végétaux passent la saison défavorable sous forme d'organes de réserve plus ou moins enfouis profondément dans le sol dont :

- 3a : géophytes à bulbe.
- 3b : géophytes à rhizome.
- 3c : géophytes à tubercule.

➤ Hémicryptophytes (He)

Ce sont des végétaux herbacés, vivaces ou bisannuels dont l'appareil aérien disparaît en grande partie à la mauvaise saison. Les bourgeons pérennants sont situés au ras du sol (Figure 3).



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

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

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

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

3a : c. à bulbe.

3b : c. à rhizome.

3c : c. à tubercule.

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

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

Figure 3 : Types biologiques des végétaux (Raunkier 1905 in Hanitet 2012)

3-2- Différenciation entre adventices monocotylédones et dicotylédones

Les adventices retrouvées dans les cultures se répartissent généralement entre deux classes botaniques les monocotylédones et les dicotylédones. La

distinction des espèces de l'une ou l'autre classe n'est pas chose facile pour les non connaisseurs mais n'est pas difficile pour quelqu'un qui veut les connaître.

La reconnaissance des plantes adventices se fait par des observations sur le végétal de la manière suivante :

- Observer plusieurs plantes.
- Observer le bas des tiges.
- Observer le jeune matériel.
- Observer les organes à différentes hauteurs de la plante.

3-2-1- Les monocotylédones (Graminées)

La reconnaissance des graminées au stade plantule nécessite de savoir observer leurs principaux traits distinctifs : limbe, ligule, oreillettes, gaine, préfoliation... L'observation se fait souvent à la loupe (Figure 4).

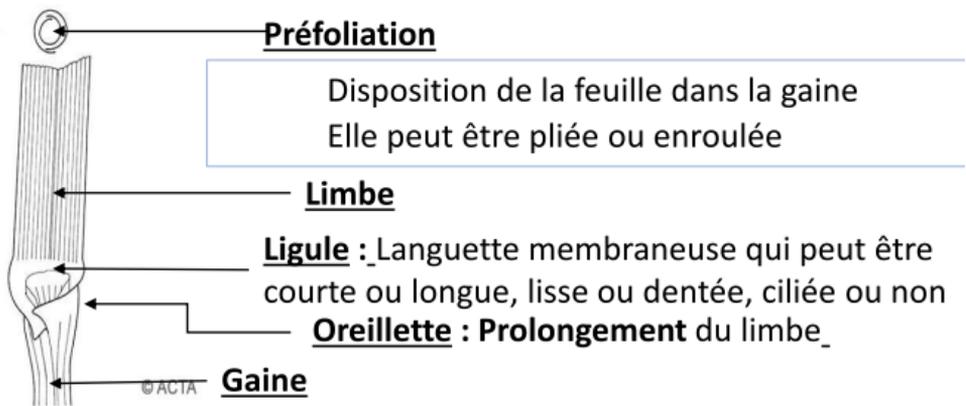


Figure 4 : Les distinctions des espèces monocotylédones
(Source: **Mamarot 1997**)

Quand la tige est vue en coupe transversale, de quelle forme est-elle?

- Si la section est triangulaire : Cypéracée.
- Si la section est circulaire creuse : Poacée (graminée).
- Si la section est circulaire pleine : Juncacée.

3-2-2- Les dicotylédones

Les dicotylédones sont une classe des angiospermes comprenant des plantes dont les graines possèdent une plantule à deux cotylédons. Les dicotylédones se divisent en trois sous classes : Les apétales, les dialypétales et les gamopétales.

- **Les apétales** : ce sont les dicotylédones ne possédant pas de pétales florales, parmi cette sous-classe on cite :

- L'ortie brûlante : *Urtica urens* L.
- L'aizoon d'Espagne : *Aizoon hispanicum* L.
- Le chénopode blanc : *Chenopodium album* L.
- La renoncule muriquée : *Ranunculus muricatus* L.
- Le chénopode à feuilles d'obier : *Chenopodium opulifolium* Schrad.
- Le chénopode des murs : *Chenopodium murale* L.
- Le sapin d'amour : *Bassia scoparia*(L.) A.J.Scott
- La bette à gros fruits : *Beta macrocarpa* Guss.
- La renouée des oiseaux : *Polygonum aviculare* L.
- La patience violon : *Rumex pulcher* L.

- **Les dialypétales** : ce sont les dicotylédones possédant des pétales florales libres, parmi cette sous-classe on cite :

- La renoncule de Sardonie : *Ranunculus trilobus* Desf.
- La renoncule muriquée : *Ranunculus muricatus* L.
- La renoncule des champs : *Ranunculus arvensis* L.
- La nigelle d'Espagne : *Nigella hispanica* L.
- Le coquelicot : *Papaver rhoeas* L.
- Le pavot hybride : *Papaver hybridum* L.
- La fumeterre à petites fleurs : *Fumaria parviflora* Lam.
- La silène rougeâtre : *Silene diversifolia* Otth
- La giroflée à petites fleurs : *Matthiola parviflora*(Vahl) Kuntze
- La passerage drave : *Cardaria draba* (L.) Desv.
- La capselle bourse à pasteur : *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.
- Le réséda blanc : *Reseda alba* L.
- La moutarde des champs : *Sinapis arvensis* O.F.Müll.
- La vesce commune : *Vicia sativa* L.
- La ravenelle : *Raphanus raphanistrum* L.
- La luzerne à folioles laciniées : *Medicago laciniata* (L.) Mill.

- **Les gamopétales** : ce sont les dicotylédones possédant des pétales

florales soudées, parmi cette sous-classe on cite :

- La mauve à petites fleurs : *Malva parviflora* L.
- Le concombre d'âne : *Ecballium elaterium*(L.) A.Rich.
- Le mouron bleu : *Anagallis arvensis* L.
- L'euphorbe réveil-matin : *Euphorbia helioscopia* L.
- Le jujubier des lotophages : *Ziziphus lotus* (L.) Lam.
- Le liseron tricolore : *Convolvulus tricolor* L.

- Le liseron des champs : *Convolvulus arvensis* L.
- Le grand ajouan : *Ammi majus* Walter
- Le peigne de Vénus : *Scandix pecten-veneris* L.
- Le lamier amplexicaule : *Lamium amplexicaule* L.
- Le torilis des champs : *Torilis arvensis* (Huds.) Link
- La germandrée épineuse : *Teucrium spinosum* L.
- La morelle à feuilles d'Elaeagnus : *Solanum elaeagnifolium* Cav.
- Le plantain pied de corbeau : *Plantago coronopus* L.
- Le souci des champs : *Calendula arvensis* L.
- La launée à tiges nues : *Launaea nudicaulis* (L.) Hook.f.
- La laitue scarole : *Lactuca serriola* L.
- Le laiteron maraîcher : *Sonchus oleraceus* L.
- L'oursin épineux : *Echinops spinosus* L.

Les dicotylédones adventices poussent dans les parcelles en parallèle avec les cultures :

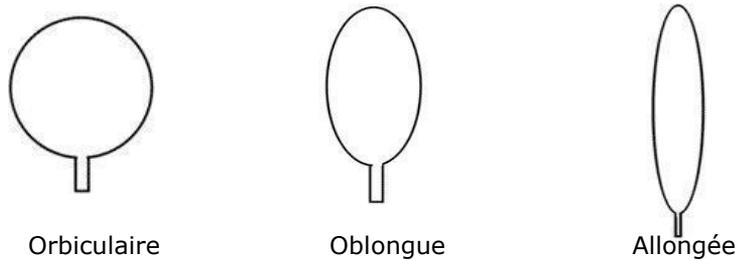
- En cas de présence significative elles entraînent une nuisibilité: sur le rendement (concurrence pour les ressources),
- Lors de la récolte : gêne pour les machines,
- Pour la qualité du produit : humidité et graines indésirables,

Face à ces risques mieux connaître leur biologie, et savoir les reconnaître dès la levée est un facteur essentiel pour les gérer au plus tôt et éviter le salissement des parcelles.

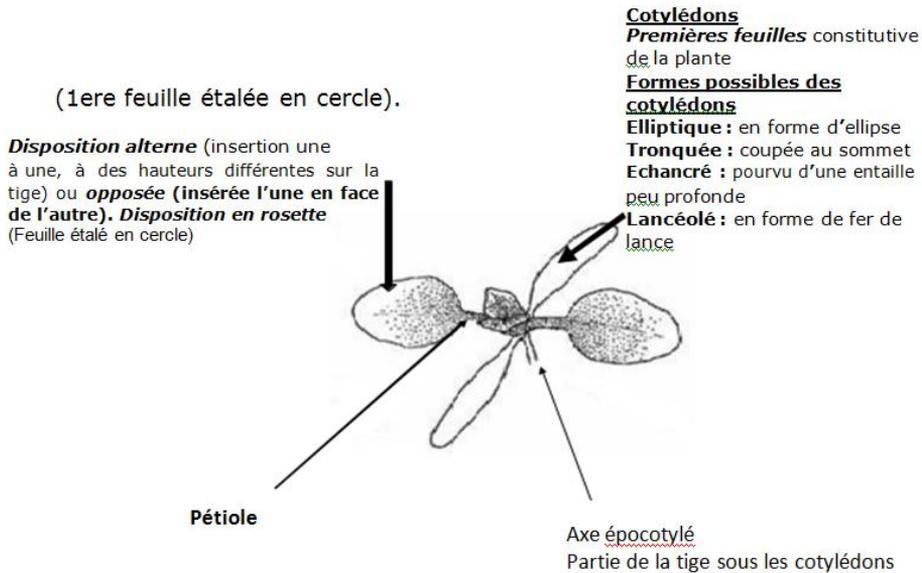
La distinction des dicotylédones ne se fait pas au stade de la floraison, c'est déjà trop tard pour intervenir ! Les cotylédons et les deux premières feuilles forment les critères de reconnaissance principaux (Figure 5).

Clé d'identification des dicotylédones

De quelle forme sont les cotylédons?



(a) : forme des feuilles



(b) : plantule de dicotylédone

Figure 5 : Reconnaissance des dicotylédones adventices

(Source : Mekhlouf, 2020).

3-3- Dispersion des semences des adventices

Le rôle de la graine est de donner une nouvelle plante. Pour que cette nouvelle plante se développe convenablement, la graine doit tomber sur un milieu favorable. La propagation ou, au contraire, la disparition des espèces végétales dépendent donc, en partie de la façon dont les graines sont dispersées. Nous allons pouvoir constater que certaines plantes sont bien adaptées à l'accomplissement du phénomène de dispersion (**Théron, 1964**).

3-3-1- Dispersion grâce à des mécanismes appartenant à la plante elle-même (Autochorie)

Théron (1964), donne quelques exemples qui montrent que certaines plantes possèdent des mécanismes ; parfois très perfectionnés ; jouant un rôle dans la dispersion.

- L'oxalis est une petite plante à feuilles composées de trois folioles en forme de cœur de carte à jouer. Elle porte de petites fleurs jaunes qui donnent des fruits à cinq faces légèrement déprimées en leur milieu. Ces fruits se terminent par une sorte de bec à cinq fentes que correspondant à cinq loges. Sur une coupe longitudinale, nous voyons ces cinq loges occupées par des rangées de graines brunes ; chacune entourée de substance mucilagineuse en se gonflant repousse les graines vers la fente terminale comme le ferait à piston. Dès que la graine a arrivée à la sortie et s'est libérée des forces qui la comprimaient latéralement, elle brusquement projetée en avant.
- Quelques légumineuses : nous avons que le fruit des légumineuses est une gousse s'ouvrant par deux fentes déhiscence longitudinale. Chez

quelques plantes cette ouverture se fait brutalement avec torsion des valves, ce qui projette les graines ou loin. Ces valves possèdent des fibres irrégulièrement disposées qui s'étrécissent lorsqu'elles sont exposées à une forte chaleur qui les a desséchées, leur disposition irrégulière provoque les phénomènes de torsion. Exemple : la vesce et le pois.

3-3-2- Dispersion par l'eau (Hydrochorie)

Elle amène au loin les grains des plantes aquatique aussi des graines de plantes terrestres et les dépose par fois viable sur le sol, par exemple lors d'un retrait après une crue **(Pousset, 2003)**. La plus part des semences de mauvaises herbes peuvent être disséminées par l'eau car cette forme de dispersion ne nécessite réellement pas de dispositif anatomique particuliers.

3-3-3- Dispersion par le vent (Anémochorie)

Le vent joue un rôle dans la dispersion des semences. Il peut intervenir dans le transport des graines, des fruits et même, dans quelque cas, de plantes toutes entières.

Beaucoup de fruit, surtout les fruits secs comme les akènes, possèdent des dispositifs joue un rôle dans la dispersion. Nous connaissons par exemple les fruits des composées (Asteraceae) graines d'une couronne de petits poils ou même d'un petit parachute, l'akène de la clématite porte un prolongement poilu. D'autres, nommés samares ou disamares, voient leur surface fortement augmentée par une ou deux ailes membraneuses, exemple les rumex **(Théron, 1964)**.

3-3-4- Dispersion par animaux (Zoochorie)

Les animaux interviennent pour une large part dans la dispersion des semences. Parfois, cette dispersion est due à ce que la plante, le fruit ou la graine possèdent des dispositifs qui sont de réelles adaptations, parfois elle n'est qu'un phénomène accidentel.

Les oiseaux transportent également des graines collées, par exemple par la boue, à leurs pattes ou à une autre partie de leur corps. Ils peuvent consommer des baies dont les graines passent dans leur tube digestif et sont rejetées viables dans les fientes.

Les campagnols amassent dans leurs nids des graines qu'ils ne consomment pas en totalité et dont une partie germe parfois **(Pousset, 2003)**.

Certains fruits possèdent de petit crochet qui s'attachent à la toison des animaux : par exemple, la bardane, le gaillet-gratteron de nombreuses ombellifères et légumineuses, la luzerne. Pour la Sétaire, c'est l'épi tout entier qui est transporté **(Théron, 1964)**.

Selon l'auteur, la dispersion par les animaux est de deux sortes :

- Selon le type d'animal responsable de la dissémination, on distingue :
 - La mammaliochorie : correspond à une dissémination par les mammifères à moyenne distance (supérieur à 5 m).
 - La myrmécochorie : correspond à une dissémination par les fourmis.

- L'ornithochorie : correspond à une dissémination par les oiseaux à moyenne distance (supérieur à 5 m), les fruits ne séjournent qu'un court moment (20 à 30 minutes) dans le trac digestif de l'oiseau.
 - La chéiroptérochorie : correspond à une dissémination par les chauves-souris.
- Et selon la modalité du transport en distingue :
- L'endozoochorie ou zoochorie passive : les semences traversent le système digestif des ruminants ou des oiseaux et autre (comme par exemple le chacal) et restent viables. Elles vont être rejetées avec les excréments.
 - L'éctozoochorie ou zoochorie active : les semences s'accrochent à l'animal par des épines ou des crochets, surtout à la toison des ruminants.

NB/ Anémochorie et zoochorie peuvent correspondre à une dissémination à longue (supérieur à 100 m) ou moyenne distance (supérieur à 5 m). Les autres regroupent les disséminations à courte distance (Clithochorie).

3-3-5- Dispersion par l'homme

L'homme arrive à transporter des graines involontairement car elles se collent à ses vêtements, ses cheveux, chaussures ... etc.

Mais surtout il utilise des moyens mécaniques qui lui permettent de propager, volontairement ou non, les espèces végétales à de très grandes distances telles que le transport effectué par la marine marchande.

Dans le cas des mauvaises herbes la dispersion est le plus souvent, en principe involontaire. La fréquence et la rapidité des communications moderne, les échanges de marchandises entre les diverses parties du monde ont accru les risques des transports accidentels de végétaux, par exemple dans les cargaisons de produits agricoles (**Pousset, 2003**).

3-4- Fiches descriptives de quelques adventices

Selon www.itab.asso.fr les fiches descriptives de quelques adventices sont résumées comme suit :

A/ Chardon des champs : *Cirsium arvense* (L.) Scop. (**Famille des Asteraceae**)

Description : Voir la figure 6.



Figure 6 : Jeune plant à gauche et plant fructifère à droite de *C. arvense*
(Source : www.itab.asso.fr)

Répartition : Adventice très fréquente mais souvent à des densités faibles à l'échelle de la parcelle. Elle se présente sous la forme de "ronds de chardon", taches plus ou moins denses qui peuvent s'étaler rapidement si on ne prend pas les mesures nécessaires.

Types de sol privilégié : Tous types de sol, avec une préférence pour ceux suffisamment humides, frais, argileux et fertiles, compactés à moyenne profondeur. Les racines peuvent se développer en dessous de la semelle de labour.

Biologie : plante vivace à multiplication végétative importante par ses drageons (pousses issues des racines horizontales colonisatrices) avec colonisation rapide par taches. La reproduction par graines est modeste : 3 à 5 % des individus, mais suffit à créer de nouveaux foyers. Dès le stade 3 feuilles, les plantules mettent en place le système souterrain de multiplication végétative. Les drageons peuvent émerger d'une profondeur très importante (jusqu'à 1 m).

Nuisibilité :

Nuisibilité primaire			Nuisibilité secondaire
Nuisibilité directe	Nuisibilité indirecte	Détail nuisibilité indirecte	
Forte	Moyenne	Gêne à la récolte	Forte

Cultures concernées : Toutes cultures

Rotation : Favoriser les cultures étouffantes (avoine, seigle...), y compris en inter-culture (engrais verts étouffants tels que vesce-avoine, vesce-orge, trèfle ...). Une culture de luzerne bien implantée de 3 à 4 ans avec 3 à 4 fauches par an est très efficace. On remarque aussi une bonne

efficacité avec des prairies temporaires multispèces (mélanges de différentes légumineuses et graminées).

Désherbage mécanique : Pour l'épuisement de la racine, le binage au stade 10-12 feuilles en cultures d'été (maïs, soja, sorgho), semble être efficace à long terme (utiliser de préférence les lames Lelièvre ou socs plats). La lutte manuelle tout comme les écimages semblent avoir un effet significatif au bout de 5 à 10 ans. Toutefois, ceux-ci doivent être effectués au bon moment car, comme pour les folles avoines, s'ils sont effectués trop tôt, les chardons semblent avoir le temps de réaliser une seconde floraison atteignant la maturité avant la récolte. Les écimages doivent tout de même être réalisés avant l'apparition de graines viables. Choisir si possible des périodes pluvieuses qui entraînent le pourrissement.

Autre : Plante souvent attaquée par les pucerons noirs.

B/ **Laiteron des champs** : *Sonchus arvensis* L. (Famille des Asteraceae)

Description : Voir la figure 7.



Figure 7 : Jeune plant à gauche et plant fructifère à droite de *S. arvensis*
(Source : www.itab.asso.fr)

Répartition : L'espèce est assez commune. Le laiteron des champs est assez fréquent mais souvent à des densités assez faibles à l'échelle de la parcelle. En effet, comme le chardon, il se développe par taches plus ou moins denses.

Types de sol privilégié : Le laiteron des champs est exigeant en eau et en éléments nutritifs: sols frais à humide, argileux, riches et souvent calcaires.

Biologie : Le laiteron des champs est une plante vivace à multiplication végétative par ses drageons (pousses issues des racines). Les germinations sont rares.

Nuisibilité :

Nuisibilité primaire			Nuisibilité secondaire
Nuisibilité directe	Nuisibilité indirecte	Détail nuisibilité indirecte	
Faible	Faible	-	Faible

Cultures concernées : Cultures de printemps surtout et les cultures d'hiver dans une moindre mesure, car le laiteron des champs reste souvent au pied des cultures déjà bien développées. En effet, c'est une plante colonisatrice des sols nus qui supporte mal la concurrence d'autres espèces.

Rotation : Limiter les cultures de printemps. Pour les cultures d'hiver étouffantes type triticales ou associations céréales/protéagineux sont à privilégier.

La luzerne et la prairie temporaire de 2 ou 3 ans sont efficaces pour l'affaiblissement des souches existantes d'autant plus que la multiplication sexuée est faible.

Désherbage mécanique : La lutte mécanique contre le laiteron des champs s'inspire fortement de celle contre le chardon des champs.

C/ Liseron des champs : *Convolvulus arvensis* L. (Famille des Convolvulaceae)

Description : Voir la figure 8.



Figure 8: Plant fructifère de : *C. arvensis*
(Source : www.itab.asso.fr)

Répartition : Le liseron est commun dans les cultures mais il est peu fréquent dans les rotations biologiques comportant peu ou pas de cultures d'été. En agriculture conventionnelle, ces plantes se retrouvent fréquemment en monoculture de maïs.

Types de sol privilégié : Le liseron des champs est exigeant en eau et en éléments minéraux. Il est rencontré dans tous les types de sols.

Biologie : C'est une plante vivace aux germinations printanières très fréquentes. Les pousses apparaissent au printemps et en été.

Nuisibilité :

Nuisibilité primaire			Nuisibilité secondaire
Nuisibilité directe	Nuisibilité indirecte	Détail nuisibilité indirecte	
Faible	Faible	-	Faible

Cultures concernées : Cultures d'été principalement : maïs, soja, tournesol... et céréales d'hiver qui suivent une culture d'été.

Rotation : Limiter les cultures d'été.

Désherbage mécanique : Bonne maîtrise du liseron dans les cultures d'été avec la herse étrille. Cette dernière engendre des arrachages, ou couche le liseron sur le rang, dans les deux cas cela permet à la culture d'être compétitive sur son développement. En effet, le liseron est mieux maîtrisé avec la herse étrille qu'avec le binage (où il provoque des problèmes de « bourrage » par enroulement autour des dents socs et disques protège plant).

D/ Rumex : *Rumex obtusifolius* L. et *Rumex crispus* L. (Famille des Polygonaceae)

Description : Voir la figure 9.



Figure 9 : *R. obtusifolius* à gauche et *R. crispus* à droite
(Source : www.itab.asso.fr)

Répartition : Les deux espèces sont communes. Les rumex sont très fréquents mais le plus souvent en faible densité.

Types de sol privilégié : Les rumex préfèrent les sols frais et humides mais se rencontrent à peu près sur tous types de sols. Ce sont des plantes plutôt nitrophiles. Ils peuvent indiquer des sols ayant été compactés et saturés en matière organique

Biologie : Plante pluriannuelle se multipliant par :

- Reproduction sexuée. Les graines sont très rapidement viables après floraison : elles ont une capacité partielle de germination avant maturité.

- Segmentation de la racine pivotante tubérisée. La racine est en effet très résistante même après arrachage et même des petits morceaux du collet sont capables de repartir.

Nuisibilité :

Nuisibilité primaire			Nuisibilité secondaire
Nuisibilité directe	Nuisibilité indirecte	Détail nuisibilité indirecte	
Forte	Faible		Forte

Cultures concernées : Toutes les cultures.

La densité est souvent plus importante dans les prairies, luzernes et trèfles (notamment le trèfle violet). Les conditions de germination de ces prairies semblent en effet favoriser la levée des rumex en raison de l'humidité édaphique relativement importante

Rotation : Limiter les prairies temporaires dans la rotation, en particulier le trèfle violet qui favoriserait la germination du rumex.

- Les cultures d'été permettent de réaliser une lutte mécanique en inter-culture au printemps.

- Choisir des cultures étouffantes : cultures d'été (sarrasin, avoine/vesce, chanvre...), cultures d'hiver (mélanges céréaliers, triticale), ray-gras d'Italie. Des plantes sarclées à bien désherber ont aussi leur intérêt.

- D'autres cultures peuvent être utilisées pour leurs qualités allélopathiques. C'est-à-dire qu'elles émettent dans le sol des toxines qui nuisent aux adventices. C'est le cas par exemple du seigle et de l'avoine, dans la mesure où ces cultures seront vigoureuses.

Désherbage mécanique : Seule la bineuse peut être efficace sur les racines de rumex en particulier dans les plantes sarclées.

E/ Chiendent : *Cynodon dactylon* L. (Famille des Poaceae : Graminées)

Description : Voir la figure 10.



Figure 10 : Des plants de *C. dactylon* (Source : www.itab.asso.fr)

Répartition : Le chiendent est commun partout , et plus fréquent dans les zones irriguées. Il est souvent réparti par taches sur les parcelles.

Types de sol privilégié : Plante mésophile (besoins en eau moyens), on la trouve sur tous types de sols, mais elle préfère les sols riches, argileux, frais, compacts (donc aussi les sols battants), neutres ou basiques. Elle craint les périodes chaudes et sèches.

Biologie : Plante vivace par multiplication végétative surtout (rhizomes de 2 à 3 mm de diamètre à partir desquels se développent des pousses verticales se ramifiant au niveau du sol). La germination des graines intervient en conditions propices.

Nuisibilité :

Nuisibilité primaire			Nuisibilité secondaire
Nuisibilité directe	Nuisibilité indirecte	Détail nuisibilité indirecte	
Moyenne	Faible	Verse, gêne à la récolte	Moyenne

Cultures concernées : Toutes cultures

Rotation : Cultures recommandées dans la rotation :

- Pour le seigle : il y aurait un effet allélopathique.
- Cultures d’hiver étouffantes: triticales, avoine, associations (type triticales/pois)...
- Cultures de printemps tardives étouffantes: association avoine/vesce, sarrasin, chanvre...
- Engrais vert étouffant (exemple: seigle/vesce).

Le chiendent semble par contre s’installer dans les prairies temporaires.

Chapitre 4 : Lutte contre les mauvaises herbes

4-1-Pourquoi lutter contre les mauvaises herbes ?

Une lutte contre les mauvaises herbes est pleinement justifiée pour l'obtention des récoltes saines et abondantes. La destruction complète des adventices n'est pas envisageable, mais le contrôle de cette flore devient une nécessité. Le meilleur moyen de contrôle des adventices est la lutte intégrée qui repose sur des moyens préventifs, manuels, culturaux, biologiques et chimiques.

Avant d'entamer la lutte contre les adventices, il est judicieux de parler des avantages des mauvaises herbes. **Schaub, (2010)** mentionne que les herbes compagnes peuvent aussi présenter quelques aspects positifs :

- Amélioration de la structure de sol.
- Plantes hôtes pour les prédateurs. Elles servent de nourriture et refuge pour les parasites et les auxiliaires comme : *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (*Inula viscosa* (L.) Aiton) qui peut abriter un parasitoïde très utile pour la lutte contre la mouche des olives.
- Plantes fourragères pour les animaux d'élevage : monocotylédones et dicotylédones.
- Plantes potagères très prisées dans les mets de qualité : mauve sauvage, scolyme d'Espagne, cardo sauvage, cresson des fontaines, ravenelle...
- Les adventices fixent le sol et luttent contre l'érosion en assurant une meilleure régulation de l'eau.
- Absorption des excédents de fertilisation.

- Plantes médicinales, les plantes fournissent à la médecine quotidienne la grande majorité des remèdes comme c'est le cas à titre d'exemples : le pissenlit, la bourrache et la mauve.

Il est notamment très important de chercher des moyens permettent de réduire les mauvaises herbes. **Nacef (1991)** note que adventices peuvent causer une réduction de rendement de 20 à 50 %.

La diminution des herbes et des foyers d'infestation peut se faire par une combinaison de méthodes culturales, mécaniques et chimiques adaptées à la situation. L'efficacité des méthodes de désherbage dépend des conditions météorologiques ainsi que du type de sol et des antécédents culturaux.

4-2-Moyens préventifs

Les moyens préventifs de lutte contre les mauvaises herbes contiennent toutes les mesures qui préviennent l'introduction et la prolifération des mauvaises herbes. Il est absolument important de savoir les activités qui favorisent l'entrée des mauvaises herbes dans un champ et de lutter contre toutes les nouvelles mauvaises herbes dès leur apparition. Parlant ainsi de l'accumulation et la dissémination des nouvelles espèces nuisibles.

Parmi les moyens préventifs importants ; le nettoyage des équipements agricoles avant de passer dans un autre champ est une mesure sanitaire à prendre pour ne pas transporter les graines et les racines de mauvaises herbes attachées aux instruments et aux mottes de sol. Il s'agit d'un problème particulier avec tout équipement de travail du sol et ceux servant à la rénovation.

-La lutte préventive vise à limiter les contaminations, par les mauvaises herbes, des parcelles cultivées et ceci par :

- Entretien des bordures des parcelles,
- Utilisation de fumier bien composté (éviter le fumier frais)
- Utilisations de semences saines exemptes de graines étrangères
- Nettoyage des outils de travail de sol et de récoltes.

-Lutte manuelle : Elle consiste en l'arrachage des mauvaises herbes à la main. Elle est utilisée sur de petites superficies. C'est une technique exigeante en main d'œuvre (onéreuse).

4-3-Moyens cultureux

C'est l'utilisation des pratiques ou des méthodes agronomiques telles que les rotations, travail de sol, faux semis ...). C'est des moyens qui suppose le recours aux pratiques culturales ordinairement utilisées dans les cultures, en vue de favoriser la culture aux dépens des mauvaises herbes concurrentes (**McCully et al., 2004**).

4-3-1-Le labour et travail du sol

Le non labour réduit les racines et la rupture des dormances, augmente l'humidité du sol et diminue la température, et tous ces changements induisent un changement du nombre et du type de mauvaises herbes (**Nalewaja, 2001 in Aibar, 2005**).

À savoir que les mauvaises herbes répondent au milieu ; la préparation du sol par les labours et les façons superficielles limitent le développement des mauvaises herbes (**Boulal et al., 2007**). Il influe sur les adventices par le

labour où le retournement du sol enfouit les graines qui se trouvent en surface à des profondeurs variables, de ce fait certaines se trouvent placées dans des conditions d'oxygénation ou d'éclairement incompatibles momentanément ou définitivement avec leur germination (**Hammadache, 2005**).

- **Labour** : Son intérêt principal réside dans la gestion du stock de graines adventices du sol. En effet, le labour permet d'enfouir les graines d'adventices présentes en surface à une profondeur où elles ne pourront plus germer (la plupart des graines ne germent que dans les cinq (05) premiers centimètres du sol). A l'inverse, son effet négatif est de faire remonter en surface des graines qui pourront germer dans la culture. Malgré cela, les études montrent que le labour a un effet positif sur la gestion des adventices, car il homogénéise le profil du sol en amenant plus de graines en profondeur et en laissant moins en surface.

Certains semences de mauvaises herbes enfouies par le labour perdent leurs faculté germinative (faible longévité) c'est le cas du brome, du vulpin, du ray-grass et du gaillet.

Le labour réduit considérablement les mauvaises herbes qui se multiplient par graines, mais il favorise les espèces qui se multiplient végétativement : cas du chiendent.

-**Déchaumage** : Il permet de détruire les adventices présents à la récolte de la culture. Il permet également de mettre en germination les graines d'adventices présentes à la surface du sol (Surtout sous climats pluvieux).

-Faux semis : Consiste à préparer le sol comme un semis pour laisser germer les graines adventices. Quand il y a levée de ces dernières, elles sont détruites mécaniquement par passage au cover-crop ou à la herse.

4-3-2-La rotation

La rotation évite l'apparition d'une flore à forte nuisibilité contrairement à la monoculture qui favorise une flore adventice abondante. La présence des assolements variés avec des cultures nettoyantes et enrichissantes en azote, comme les légumineuses, perturbe le cycle de croissance des cultures et les empêche de s'adapter à un système de culture donné.

D'après certaines études, une rotation maïs-soja-blé par exemple, peut permettre de diminuer l'infestation par la sétaire géante (espèce de graminée) de 80% (**Douville, 2000**). Par ailleurs, la rotation permet l'utilisation de différents herbicides et aussi d'éviter chaque année le recours aux mêmes matières actives.

* L'objectif des rotations est de casser le cycle biologique des mauvaises herbes, en mettant des rotations longues et diversifiées telle que :

-L'installation des cultures compétitives (étouffantes) telle que le trèfle et la luzerne (qui sont considérées comme tête d'assolement et de bons précédents pour le blé).

-Introduction des prairies temporaires dans les rotations.

- Pratiquer la jachère travaillée.

4-3-3-Le désherbage

Les techniques modernes de désherbages ne sont pas sans effet sur les mauvaises herbes des cultures où l'utilisation répétée des herbicides sur une même parcelle a un effet notable sur l'évolution qualitative de la flore adventice **(Fenni, 1991)**.

4-3-4- Matériels de désherbage mécanique

Outre l'utilisation de produits et de moyens de désherbage, les techniques mécaniques demeurent très efficaces et certaines.

L'efficacité du désherbage mécanique et parfois thermique n'est plus à prouver, il suffit de bien analyser la situation problématique dans laquelle les adventices compromettent les cultures en place : le climat, le type de sol et l'enherbement en mauvaises herbes (des années précédentes) vous permettront de choisir le type de matériel le mieux adapté à la situation.

Les modes d'actions du désherbage mécanique consiste en la destruction par arrachage, par sectionnement des racines, recouvrement de la jeune plantule, l'épuisement des réserves et pour le désherbage thermique c'est l'éclatement des cellules **(Schaub, 2010)**.

Quel que soit le matériel, en désherbage mécanique on intervient toujours sur des mauvaises herbes jeunes (maxi.2 à 4 feuilles).

Les 1^{ère} interventions se font sur des mauvaises herbes en cours de germination (stade filament blanc) avant l'apparition des cotylédons ou de la première feuille (passage à l'aveugle) avant la levée de la culture. Il est

important de toujours avoir un décalage de croissance entre la culture et les mauvaises herbes, la culture doit être plus développée que les mauvaises herbes (**Schaub, 2010**).

4-3-4-1- Herse étrille

Elle déracine et recouvre, travaille sur toute la surface et ameublisse superficiellement le sol (Fig. 11).

Type de sol et état :

L'outil convient bien aux sols meubles, légers et moyennement lourds. Le sol ne doit pas être trop humide, la rosée matinale peut réduire l'efficacité de l'outil.

Figure 11 : Herse étrille
(Schaub, 2010).



Efficacité sur la ligne :

Bonne, mais le danger d'endommager la culture est plus grande.

Stade optimal d'intervention :

Adventices s du stade radicule au stade cotylédons , faible efficacité sur les graminées et les adventices à enracinement profond. Cultures avant la levée de la culture et après la levée dès le stade 4 f si elle est bien enracinée.

Combinaison avec d'autres outils :

Bonne efficacité en combinaison avec la bineuse à doigts, dents montées à l'arrière.

Cultures concernées :

Haricots, pois, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux, céleris, oignons et épinards

Réglages :

Augmenter la densité de plantation de 2 à 5 pour compenser les pertes, travailler le plus superficiellement, en remuant peu le sol. En règle général plus la vitesse d'avancement est grande et plus le travail est agressif. L'angle d'attaque des dents doit être adapté à la culture.

Vitesse : 3 à 7 km/h.

4-3-4-2- Bineuse à socs

Elle coupe, recouvre et butte légèrement (Fig. 12).

**Figure 12 : Bineuse à socs
(Schaub, 2010).**



Type de sol et état :

L'outil supporte un empierrage modéré et des mottes (si la culture est protégée par des disques ou des tunnels).

Efficacité sur la ligne :

Léger buttage avec socs inclinés et vitesse augmentée (> à 3 km/h).

Buttage efficace avec ajout de lames de buttage.

Stade optimal d'intervention :

Adventices : bonne efficacité contre les adventices de grande taille, fortement enracinées et contre les grandes graminées.

Culture : avec protection par des disques dès le stade cotylédons, jusqu'à ce que le passage provoque des dégâts sur la culture.

Limites d'utilisation :

Une vitesse trop élevée peut occasionner des dégâts par buttage, surtout dans les cultures semées.

Si le sol est croûté, il faut monter des disques de protection et des griffes brisant la croûte. On peut trouver des outils de binage et de buttage, pourvus de roues de guidage de la butte.

Cultures concernées :

Toutes les cultures en lignes. Convient également au travail sur butte.

Réglages :

Pour une bonne efficacité, le bord d'attaque des socs doit être bien aiguisé. En sols légers, exercer peu de pression avec les parallélogrammes. Plus le sol est lourd et plus la pression exercée sur l'outil doit être élevée. Les

possibilités de réglage des ressorts dépendent du type de parallélogramme (la pression exercée sur les outils peut être réglée avec la tension des ressorts. La profondeur optimale des lames est d'environ 2 cm et le réglage se fait au moyen de la roue.

Vitesse : 3 à 5km/h.

4-3-4-3- Bineuse étoile

Elle déracine, recouvre et ameublir le sol de 5 – 10 cm (Fig. 13).

Type de sol et état :

L'outil supporte un empierrage modéré et est utilisable en sols lourds.

Figure 13 : Bineuse étoile
(Schaub, 2010).



Efficacité sur la ligne :

Selon le réglage des étoiles, buttage ou débattage (travail en retirant de la terre sur ligne).

Stade optimal d'intervention :

Adventices : du stade cotylédons au stade 4f, peu efficace sur les grandes graminées et les adventices à enracinement profond.

Culture : dès le stade 4 f de la culture jusqu'à ce que le passage occasionne de gros dégâts aux feuilles. Si la vitesse d'avancement est élevée, on a un effet marqué du buttage avec le risque de recouvrir les plantes.

Limites d'utilisation :

L'utilisation de la bineuse étoile peut augmenter la pression d'infestation des adventices, la bineuse remue beaucoup de terre et ramène des semences en situation favorable à la germination.

Cultures concernées :

Cultures en lignes robustes comme le chou, céleris, poireaux, oignons, épinards, haricots et maïs. Convient également au travail sur butte.

Réglages :

Outil très polyvalent et exigeant quant à ses conditions d'utilisation.

Buttage : les étoiles sont dirigées vers l'intérieur. Plus l'angle par rapport à la ligne est ouvert et plus l'action est agressive.

Débuttage : les étoiles sont dirigées vers l'extérieur.

En retournant tout l'élément, on peut utiliser l'outil également dans les cultures sur buttes.

Vitesse : 3 à 6 km/h.

4-3-4-4- Bineuse à torsion

Elle déracine et recouvre (Fig. 14).

Type de sol et état :

Peu de mottes, peu de pierres et pas de croûte.

Figure 14 : Bineuse à torsion
(Schaub, 2010).



Efficacité sur la ligne :

Bonne en sols meubles. Insuffisante en sols durs et lourds.

Stade optimal d'intervention :

Adventices : bonne efficacité contre les adventices du stade radicules au stades cotylédons.

Culture : si elle est bien enracinée jusqu'au stade de recouvrement de l'interligne.

Limites d'utilisation :

L'efficacité de l'outil est médiocre dans les sols très lourds et croûtés, car les dents ne peuvent pas y pénétrer. Utiliser des dents de 6-7 mm de section dans les sols légers, 7-9 mm dans les sols lourds. Si l'on combine la bineuse à torsion avec la bineuse à doigts, on obtient de très bons résultats contre les grandes adventices également.

Les plantes de la culture doivent être bien enracinées dans le sol, de manière à ne pas être arrachées.

Cultures concernées :

Haricots, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux, laitues et autres salades, oignons, céleri, plantes médicinales et aromatiques.

Réglages :

Plus l'extrémité des deux dents s'approche des plantes et plus le travail est agressif. croiser les dents (1-5 cm) lorsque la culture est bien enracinée. Pour une efficacité optimale, incliner légèrement vers le bas la pointe des dents.

Réglage agressif : les dents se croisent largement. La pression liée à l'avancement les sépare à nouveau dans le sol.

Réglage peu agressif : les dents ne se croisent pas.

Une vitesse lente est plus agressive qu'un avancement plus rapide. La vitesse écarte les dents, ce qui ménage la culture.

Combinaison avec d'autres outils :

Bonne efficacité en combinaison avec la bineuse à socs ou à couteaux entre les lignes.

Si l'on combine la bineuse à doigts avec une bineuse à torsion ou une étrille, on obtient de très bons résultats contre des adventices.

Vitesse : 3 à 6 km/h.

4-3-4-5- Bineuse à doigts

Elle déracine, recouvre et ameublir le sol de 5 à 10 cm (Fig. 15).

Type de sol et état :

Peu de mottes et peu de pierres.

Figure 15 : Bineuse à doigts
(Schaub, 2010).



Efficacité sur la ligne :

Bonne en sols légers. Insuffisante en sols durs et contre les adventices fortement enracinées.

Stade optimal d'intervention :

Adventices : du stade radicules au stade cotylédons.

Culture : si elle est bien enracinée dès le stade 4 feuilles.

Limites d'utilisation :

Avant de passer la bineuse à doigt, vérifier toujours le bon enracinement des plantes. Elles peuvent être bien ancrées en peu de jours. Les grosses pierres peuvent se prendre entre les doigts et occasionner des dégâts à la culture. Dans les sols lourds, il est recommandé d'utiliser des doigts plus rigides que dans les sols légers.

Cultures concernées :

Haricots, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux et salades, plantes médicinales et aromatiques.

Réglages :

Plus l'espace entre les doigts est réduit, plus le travail est agressif. Le sol doit être légèrement ressuyé. S'il est trop humide, les doigts et l'arbre d'entraînement s'encrassent. Dans les sols lourds, il est recommandé d'utiliser des doigts plus rigides que dans les sols légers.

On obtient une très bonne efficacité en combinaison avec des couteaux de binage horizontaux entre les lignes contre les grandes adventices.

Le travail à la bineuse à doigts est possible si la butte est suffisamment large (12-15 cm)

Vitesse : 3 à 6 km/h.

4-3-4-6- Houe rotative

Elle déracine, recouvre et ameublisse le sol (Fig. 16).

Type de sol et état :

L'outil casse la croûte, supporte un empierrement modéré et est utilisable en sols lourds.

Efficacité sur la ligne :

Travail en plein.

**Figure 16 : Houe rotative
(Schaub, 2010).**



Stade optimal d'intervention :

Adventices : dès la germination au stade 4f, peu efficace sur les grandes graminées et les adventices à enracinement profond.

Cultures : Dès le semis en surface jusqu'à ce que le passage occasionne de gros dégâts aux feuilles. Intervenir impérativement sur adventices jeunes

Limites d'utilisation :

L'utilisation de la houe rotative peut augmenter la pression d'infestation des adventices, la bineuse remue beaucoup de terre et ramène des semences en situation favorable à la germination.

Les sols fortement empierrés.

Cultures concernées :

Cultures en lignes robustes comme poireaux, céleri, haricots, maïs.

Réglages :

Outil très polyvalent qui ameublir le sol. On travaille sur toute la largeur et plus la vitesse d'avancement est élevée, moins on aura de dégâts sur la culture

Vitesse : 6 à 12 km/h.

4-3-4-7- Brûleur à gaz

Il détruit les cellules des plantes (Fig. 17).

Type de sol et état :

Sol finement grumeleux, peu de mottes et peu de pierres.

Figure 17 : Brûleur à gaz
(Schaub, 2010).



Efficacité sur la ligne :
Appareil multirangs.

Stade optimal d'intervention :

Adventices : du stade cotylédons au stade 2 feuilles vraies.

Culture : Dicotylédones en prélevée et monocotylédones en pré et post-levée.

Limites d'utilisation :

Prudence avec l'utilisation d'outils de brûlage surtout sur la culture.

L'efficacité de l'opération est fortement réduite par le vent si les outils n'ont pas de protection latérale. La lutte contre les adventices à fort

enracinement comme le chardon, le chiendent de même que contre les monocotylédones (les graminées) est difficile. Dès le stade 2 feuilles le résultat n'est pas durable.

Cultures concernées :

En prélevée : semis germant lentement et en postlevée : maïs, poireaux et oignons. En multirangs sur poireaux et maïs.

Réglages :

Il faut un bon choix de la vitesse d'avancement, de la pression du gaz, du réglage et de l'espacement des brûleurs.

Vitesse : 3 à 6 km/h.

4-3-5-La fertilisation

L'accroissement de la fumure azotée permet d'augmenter le rendement quantitatif de la culture, mais favorise aussi l'extension des adventices. D'après **Barralis (1982 in Benarab 2008)**, la fumure azotée augmente le rendement quantitatif de la culture, mais favorise aussi l'extension des adventices nitrophiles.

Des études menées dans ce domaine par **Hamadache et al. (1990)** ont montré que la production de matière sèche des adventices, en générale, varie selon le niveau de fertilisation.

4-4-Lutte biologique

La lutte biologique contre les mauvaises herbes est l'utilisation des ennemis naturels d'une mauvaise herbe cible pour en réduire la population à un niveau convenable.

Cette méthode de lutte est une solution permanente à des problèmes de mauvaises herbes persistants et généralisés mais généralement ne donne pas des résultats immédiats ou rapides. Couramment cette méthode consiste à utiliser des insectes ou des agents pathogènes. Ceux-ci combattent spécifiquement et ciblent une mauvaise herbe mais non les autres mauvaises herbes ou les plantes cultivées.

En résumé la lutte biologique consiste à l'utilisation des êtres vivants (insectes, champignon, bactéries ...) pour réduire le taux d'infestation par les mauvaises herbes.

Exemple : Utilisation du champignon *Puccinia suaveolens* et de la bactérie *Pseudomonas syringae* contre le chardon des champs.

Ces méthodes ne sont pas encore au point pour les utilisations à grande échelle, ce qui fait que la lutte biologique reste limitée.

Parmi les facteurs principaux à retenir pour lutter contre ces bioagresseurs végétaux :

- Le type biologique.
- L'époque de levée.
- La profondeur de germination-levée.
- La production grainière.
- La durée de vie du stock semencier.

4-5-La lutte par les moyens chimiques

Cette méthode consiste à utiliser des herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes dans les cultures (figure 18). C'est un élément important de tout programme de lutte intégrée contre les mauvaises herbes. Ni un seul herbicide ni une combinaison d'herbicides ne peuvent détruire toutes les mauvaises herbes dans une culture. Pour cela on opte pour les herbicides, il faut

en faire un usage responsable et judicieux et les considérer simplement comme un élément dans un programme général.

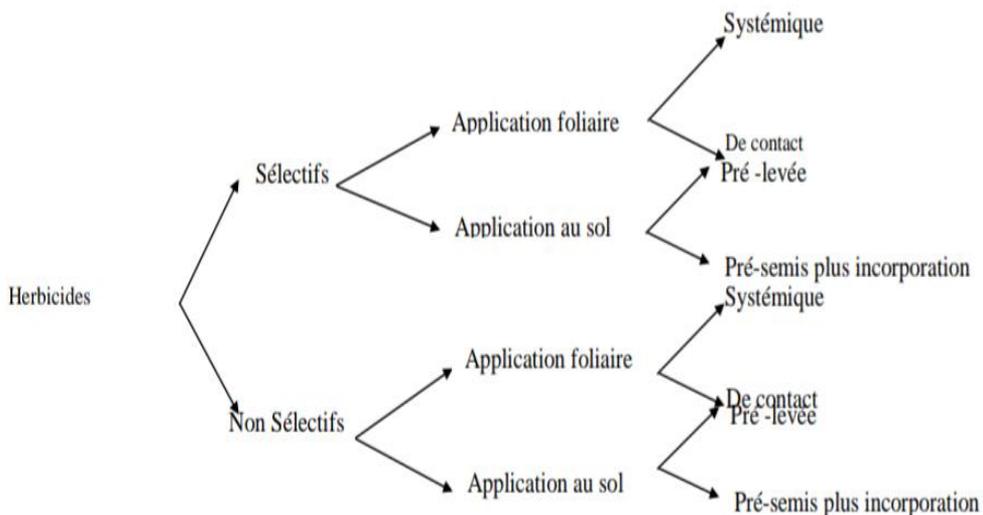


Figure 18 : Classification des herbicides selon la sélectivité, la technique d’application et le mode d’action (Akobundu 1987 in Le Bourgeois 1993).

La lutte chimique consiste en l’attaque ou destruction des mauvaises herbes par l’utilisation d’un produit chimique (herbicide) qui est phytotoxique.

L’herbicide est produit chimique utilisé pour arrêter la croissance des mauvaises herbes pour favoriser une culture ou d’empêcher complètement la croissance des plantes en zone déterminée, par exemple, les trottoirs ou les routes (www.gestiriego.com).

4-5-1-Avantages de la lutte chimique

- Travailler en intensif
- Efficacité importante
- Coût acceptable
- Rentabilité.

4-5-2- Inconvénients de la lutte chimique

- Resistance
- Toxicité et pollution
- Accidents sur cultures voisines

Le choix des herbicides se fait en fonction de la culture à protéger et les types d'adventices existantes (monocotylédone, dicotylédone ou mixte).

4-5-3- Classification des herbicides

Il existe plusieurs critères de classification des herbicides parmi lesquels on site ; la sélectivité, la période d'utilisation, le mode d'action et la composition chimique.

4-5-3-1-Selon la sélectivité : on distingue les herbicides totaux et les herbicides sélectifs.

a-Herbicides totaux (non sélectifs) : détruisent toute la végétation. Ils sont utilisés avant la mise en culture des espèces cultivées ou pour détruire les pourtours des cultures.

Exemple : Glyphosate , Sulfosate et Paraquat

b-Herbicides sélectifs : Ils protègent certaines cultures (sélectifs) et détruisent certaines catégories de mauvaises herbes. Ils renferment plusieurs types.

b-1-Les herbicides anti-dicotylédones : qui attaque la flore adventice dicotylédones

Exemple : Bentazone.

b-2-Les herbicides anti-monocotylédones (anti-graminées) : qui attaque la flore adventice monocotylédones.

Exemple : Diclofop, Cycloxydime.

b-3- Les herbicides double actions : qui attaque la flore mixtes (monocotylédones et dicotylédones).

Exemple :Metribuzine sur tomate et pomme de terre.

4-5-3-2-Selon la période d'emploi : globalement, on distingue deux types (herbicide de pré-levée et de post-levée).

a-Herbicides de prélevée : qui s'appliquent avant la levée de la plante considérée (culture ou adventice). Ils sont en majorité à action racinaire. Ils détruisent les jeunes racines et inhibent la germination des adventices.

Exemple : Metabuzine sur pomme de terre .

b-Herbicides de post-levée : qui s'appliquent après la levée de plante considérée (Culture ou adventice)

Exemple : 2,4 D sur blé.

4-5-3-3- Selon le mode d'action : on retrouve ;

a-Herbicides de contact : qui agissent par contact, sans aucune migration du produit dans la plante. Ils ont une action rapide.

Exemple : Paraquat, Bentazone.

b-Herbicides systémiques : qui pénètrent à l'intérieur de la plante et atteignent tous les organes ? Ils ont une action lente. Ils peuvent être absorbés soit par les feuilles, soit par les racines ou par les deux voies.

Exemple : Glyphosate.

4-5-3-4- Selon la composition chimique : on distingue

a-Herbicides minéraux

Exemple : Chlorates de sodium (NaClO_3)

Sulfate de fer (FeSO_4).

b-Herbicides organiques : Ils sont peu solubles dans l'eau, de grande stabilité et non corrosifs et représentent la majorité des herbicides. Il existe plus de 150 matières actives qui se répartissent en familles chimiques (Triazine, Amide, Urées, Phénols, Ammonium...).

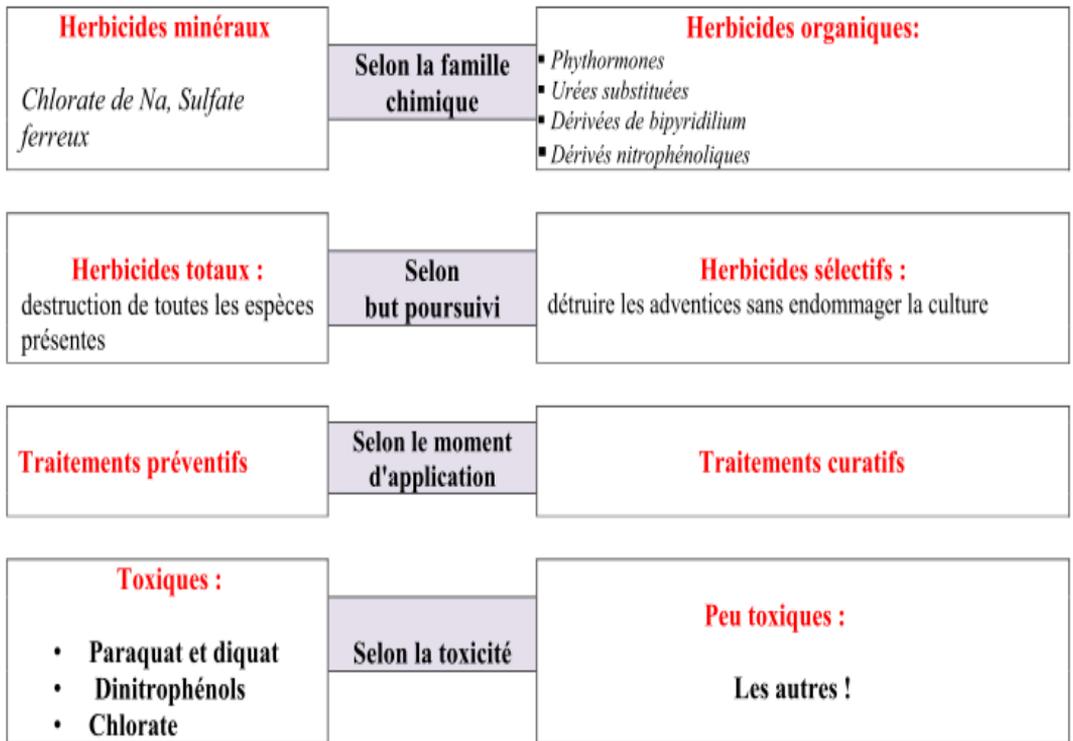
4-5-4- Fiches de quelques herbicides utilisés

Dans la rubrique toxicologie énoncée par le site www.pharmacirta.files.wordpress.com les herbicides cités ci-dessous sont pris en compte du point de vue : composition- action anti-plantes, cinétique, mécanisme d'action toxique symptomatologie, traitement et diagnostic

4-5-4-1- Définition d'herbicide

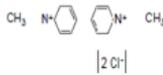
Un herbicide est une substance chimique naturelle ou de synthèse dont l'objectif est de détruire ou de limiter la croissance de certains végétaux dans un but de protection des cultures.

4-5-4-2- Classification globale des herbicides



4-5-4-3- Quelques herbicides et leurs risques potentiels de manipulation

a- Herbicides bipyridyles (Ammoniums Quaternaires)

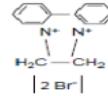


HERBICIDES BIPYRIDYLES (AMMONIUMS QUATERNAIRES)

Diquat, Paraquat

Très toxiques pour l'homme et les animaux

PARAQUAT



- Herbicides de contact
- Action rapide et non sélective → Désherbant total.

Cinétique

Absorption	cutanée : faible, Respiratoire nulle Digestive faible 5-10% mais rapide
Distribution	fixation précoce au niveau du POUMON , rein, muscles. Concentration pulmonaire 15 fois > Concentration plasmatique
Métabolisme	Pas de biotransformation
Élimination	urinaire 95% inchangé T/2 =12h.

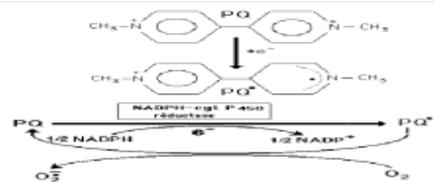
Mécanisme d'action toxique :

Toxicité systémique majeure par **production d'ERO**

Atteinte multi viscérale :

- Poumon ++ :**
- Accumulation du produit dans le poumon,
 - Richesse en oxygène de cet organe.

Autres organes : foie et reins .



Symptomatologie :

Intoxication Aiguë

Phase I : lésions **caustiques**. Douleurs bucco pharyngées et digestives, Vomissements sanglants, Diarrhées

Phase II : 24 heures : **IRA**. **Cytolyse hépatique** souvent **modérée**.

Phase III : plusieurs jours : **Fibrose pulmonaire** extensive et **irréversible**.

Décès en 5 à 30 jours

Intoxication chronique :

Dermites de contact, Rhinite avec épistaxis et toux

Foetotoxique

Cancérogène, tératogène : négatives

Traitement :

Evacuateur :

- Lavage gastrique (malgré lésions corrosives)
- Charbon végétal activé à répétition
- Terre à foulon (150g/l) : Réduire Absorption intestinale

Symptomatique :

- Oxygène : Avec prudence
- Antioxydants : vit C, Vit E, N-Acetylcystéine

Epurateur :

- Diurèse forcée et hémodialyse : peu efficaces du fait de la précocité de la fixation tissulaire

Diagnostic

Test coloré au dithionite de sodium sur les urines ou le liquide lavage gastrique:

10ml urine + 2ml d'une solution à 1% de dithionite de Na → **coloration bleu** si taux >1mg/l

Dosage dans le sang et les urines en urgence (immunologiques /HPLC ou électrophorèse capillaire)

Courbe de Proudfoot pronostic de l'intoxication:

Un taux sérique $\geq 2\text{mg/l}$ à la 4^{ème} heure ou

$\geq 0.2\text{mg/l}$ à la 24^{ème} heures

prédictif d'une évolution mortelle.

DIQUAT :

Moins utilisé que le Paraquat
Intoxications (-) nombreuses,

Mode d'action identique

**Nécrose tubulaire marquée
mais pas de fibrose
pulmonaire** (pas
d'accumulation plum.)

b- Chlorate (Sels de sodium ou potassium)

CHLORATE

(Sels de sodium ou potassium)

Agents oxydants puissants utilisés comme dés herbants **non sélectifs**.

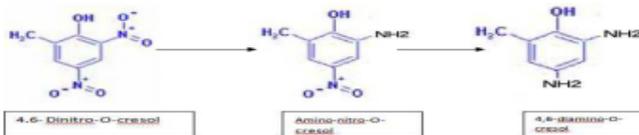
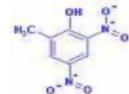
Mécanisme de toxicité	Intoxication : +++aigüe	Diagnostic	Traitement
<ul style="list-style-type: none"> - Agression oxydative - Hémolyse et libération d'Hb dans le plasma - Oxydation d'Hb en MetHb <p>- Insuffisance Rénale mixte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • précipitation intra tubulaire d'Hb libre • Néphrotoxicité directe 	<p>Ingestion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Troubles digestifs - Méthémoglobinémie et Hémolyse intravasculaire - Dyspnée, cyanose, tubulopathie aiguë anurique ---- > Coma <p>- Mort peut survenir : hypoxie, hyperkaliémie, insuffisance rénale</p> <p>Projection cutanéomuqueuse : irritation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - pas de dosage direct - mise en évidence de l'anémie ; Méthémoglobinémie... 	<ul style="list-style-type: none"> - Evacuateur : Lavage gastrique - Symptomatique : Correction Anémie, Hydro électrolytique et acido-basique. Traiter l'insuffisance. Bleu Méthylène et Vitamine C peu efficaces. - Epurateur : Hémodialyse Exsanguinotransfusion dans les cas les plus graves. - Antidotal : Thiosulfate de sodium par voie orale ou IV inactive l'ion chlorate

c- Dérivés Nitrophénoliques

DERIVES NITROPHENOLIQUES |

DNOC(4.6-dinitro-ortho-cresol), Dinoseb, Dinoterbe.

Herbicides de **contact** agissant par: **Perméabilisation** des membranes cellulaire
Et **Inhibition** de la respiration cellulaire des plantes



Cinétique :

Absorption	Ingestion, inhalation, percutanée
Distribution	le DNOC se lie à l'albumine sérique et se distribue dans tous les tissus.
Métabolisme	lent
Elimination	métabolites conjugués ou s/f inchangées dans les urines et la sueur

Mécanisme d'action toxique :

découpleurs de la phosphorylation oxydative.

Symptomatologie :

- **Hypersudation** massive → déshydratation avec **IRA**, soif, **tachycardie**, céphalées et asthénie. Si l'intoxication est massive, les mécanismes de régulation sont insuffisants et la température centrale s'élève → **fièvre toxique** avec sueurs, cyanose, tachypnée et insuffisance circulatoire aiguë.

TRT : lavage gastrique, Rééquilibration hydro électrolytique, Hypothermiants.

e- Phythormones de synthèse

PHYTHORMONES DE SYNTHÈSE

.Phythormones de synthèse analogues structuraux des auxines (hormones de croissance naturelles des dicotylédones)
.Inactifs sur les monocotylédones et n'ont pas d'action hormonale chez l'homme.

Principales molécules : **2,4-D (DichloroPhénoxyacétique)** ; **2,4,5-T (trichloroPhénoxyacétique)**

Symptomatologie

Intoxication aiguë : **bénigne**

Troubles digestifs précoces + troubles neurologiques + **dépression respiratoire**

Intoxication chronique : irritation de la peau et des muqueuses. **Acné chlorée chez les ouvriers exposés aux produits intermédiaire de synthèse dont le TCDD.**

f- Diazines et triazines

DIAZINES ET TRIAZINES

Herbicides **non sélectifs** bloque la photosynthèse chlorophyllienne.

Se sont des hétérocycles azotés :

Diazines 2N ex: **Bromacile**.

Triazines 3N ex: **Atrazine**

Toxicité :

- Toxicité aiguë faible
- Non génotoxiques
- Tératogènes aux doses toxiques pour la mère.
- Triazines : 2B du CIRC

g- Urées substituées

UREES SUBSTITUEES :

Diuron, Linuron

Exclusivement herbicides. Inhibent la photosynthèse. Leur toxicité est quasiment nulle.

Disparaissent principalement sous l'action des microbes : rémanence de plusieurs mois dans le sol

Toxicité : toxicité aiguë extrêmement faible

Symptomatologie :

Intoxication aiguë : **caustiques** ; entraînent vomissements et diarrhées.

Intoxication chronique : **dermites de contact.**

h- Glyphosate

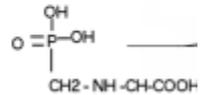
GLYPHOSATE *ROUND UP®*

Herbicide non sélectif à spectre très large et à action systémique

Structure proche des organophosphorés, mais pas d'action sur les cholinestérases.

Toxicité

Un des herbicides les plus utilisés dans le monde, très peu d'accidents ont été rapportés.



Glyphosate

i- Sulfate ferreux

SULFATE FERREUX :



Il s'oppose à la croissance de mousse dans les pelouses et les gazons.
Son emploi normal est sans danger.

Toxicité

Après ingestion → lésions **caustiques** digestives, **acidose métabolique**, **nécrose hépatique insuffisance rénale** et état de choc après une période de remission d'environ 12h.

TRT : lavage gastrique, agent chélateur : la déféroxamine (desferal)

PREVENTION

Protection et surveillance dans les usines :

- Respect des **règles d'hygiène** industrielle, et des **VLE** quand elles existent.

Protection et surveillance des utilisateurs :

- La bonne utilisation des **protections** lors de la préparation ou au cours de l'application.

Protection et surveillance des consommateurs :

- les résidus contenus dans la plante ne doivent pas dépasser les **LMR (limites maximales de résidus)**.

4-6 - Résistance

L'aspect de résistance aux herbicides ou un autre produit de synthèse sont bien détaillés par <http://www.florad.org> et dont voici la synthèse et le résumé :

4-6-1- Définition de la résistance

La résistance est une caractéristique héritable qui fait qu'une plante n'est pas contrôlée par un herbicide correctement appliqué.

- Prévenir l'apparition de ~~résistance~~ ~~stratégie~~

Le mot d'ordre pour prévenir l'apparition de la résistance est diversité. Il est en effet important de faire varier tout ce qui peut l'être afin d'éviter de sélectionner des adventices capables de résister dans un système de culture trop répétitif.

Pour éviter la résistance il faut veiller à :

- Dans la mesure du possible, proscrire la monoculture et promouvoir l'introduction d'une culture de printemps dans la rotation permettant de "casser" le cycle de multiplication des adventices des céréales d'hiver ;
- Ne pas négliger certaines pratiques culturales : labour, intervention à l'interculture, faux semis ou déchaumages ;
- Alternier les modes d'action herbicides dans la culture et dans la rotation. En céréales, il existe 11 modes d'action pour lutter contre les dicotylées et 4 pour lutter contre les graminées;

- Limiter l'application d'un mode d'action donné à un passage par an, même si ce mode d'action vise à la fois les dicotylées et les graminées ;

4-6-2- Origine des résistances végétales

- On ne peut pas rejeter l'existence de plantes résistantes à chaque herbicide pour chaque espèce.
- Fréquence très faible : indétectable à l'avance
- Les traitements répétés avec les mêmes matières actives sélectionnent les individus résistants
- Les individus résistants se développent d'autant plus que le système de culture leur est favorable.

4-6-3- État des lieux

- La résistance aux herbicides a toujours existée.
- La résistance aux herbicides : un phénomène qui concerne toutes les familles d'herbicides.

Il est à noter que 31 espèces de mauvaises herbes sont résistantes aux herbicides.

- 02 familles chimiques concernées :

Les triazines (pour mémoire)

Les antigraminées foliaires : Fops et Dymes Les sulfonylurées

- Dans les rotations céréalières, il ya vulpin, ray-gras et folle avoine qui sont pour le moment les principales espèces concernées.

4-6-4- Mécanismes de la résistance

Mutation de cible

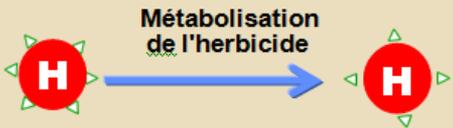


Plante sensible Plante résistante

Aux champs

- absence totale de symptômes quelle que soit la dose
- tous les herbicides ayant le même mode d'action sont inefficaces.

Détoxication



Herbicide actif Herbicide inactif

Aux champs

- Souvent apparition de symptômes passagers
- des herbicides ayant des modes d'action différents peuvent être inefficaces
- Sensibilité différentes entre matières actives du même groupe

Ces 2 mécanismes peuvent co-exister dans la même parcelle.

4-6-5- Résistance métabolique

Mécanisme de détoxication

- Amplification d'enzymes :
 - Monoxygénases à cytochrome P450
 - Glutathion S transférases
 - Arylacylamidase (dégradation du propanyl)
 - ...
- Résistance pas très élevée (métabolisme)
- Plusieurs produits de familles différentes partageant des fonctions chimiques (Cl^- , OOH ...)

4-6-6- Identifier et confirmer la résistance

Conséquence de Mauvaise efficacité du désherbage

- S'assurer des conditions d'applications du produit (produit / flore / stade / adjuvants)
- Passer en revue les indicateurs suivants :
- Baisse progressive de l'efficacité des anti-graminées dans la parcelle ?
- Utilisation répétée des mêmes anti-graminées ?
- Travail du sol profond ou non ?
- Présence de graminées résistantes dans le voisinage ou la région ?
- Prélever des plantules ou des semences et / ou diagnostiquer au champ pour confirmer la résistance.

Tests de résistance

- **au champ** : appliquer 3 x la dose sur petite surface et observer

+

simple
assez rapide (j+21)

-

peu précis, erreurs possibles
peu réactif

- **sur plantules** : prélèvement de plantules et repiquage en labo

+

précis
réactif (j+15)

-

peu de firmes réalisatrices
avant 3 feuilles seulement

- **sur graines** : prélèvement de graines et semis (germination) en labo

+

très précis
méthode de référence

-

très long (6 mois)
réactivité sur cultures suivantes

4-6-7- Les facteurs favorables à la résistance

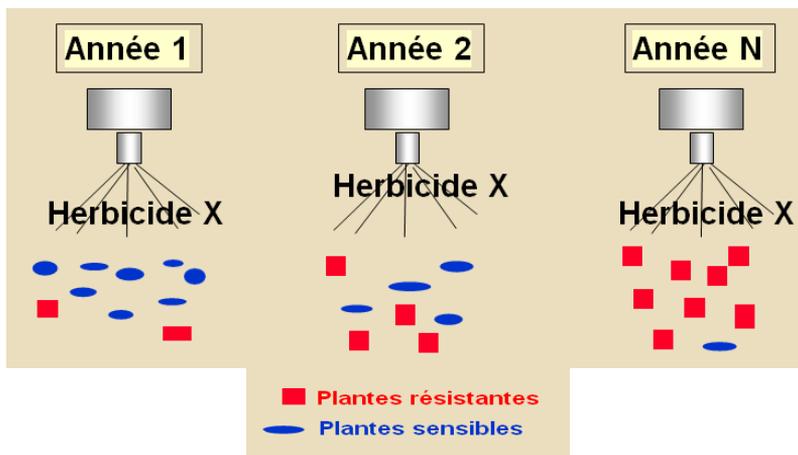
a- Liés à la mauvaise herbe

- Forte population de plantes
- Fréquence initiale des plantes résistantes.
- Forte production de semences.
- Taux de germination.
- Période de germination.
- Dormance.
- Mécanisme de dispersion.
- Capacité compétitive (Fitness).

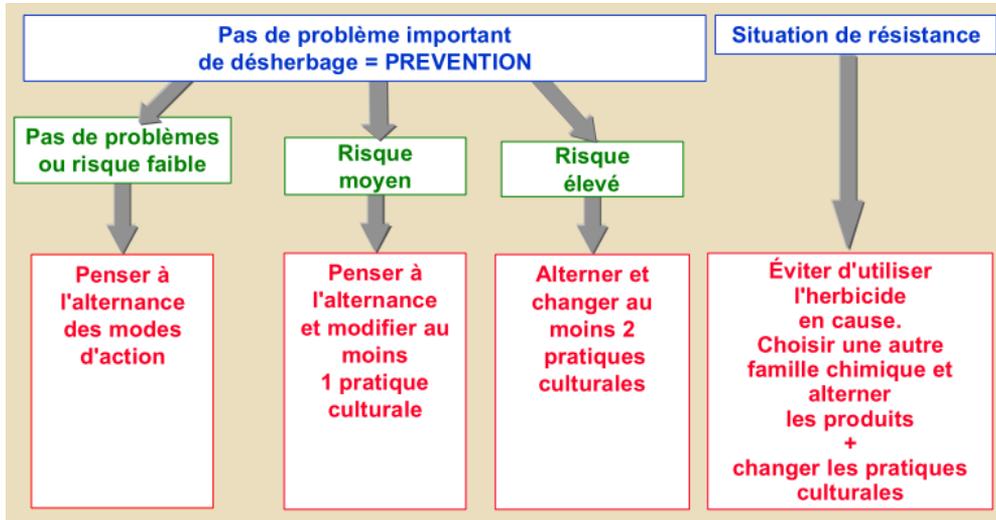
b- Facteurs agronomiques

- Travail du sol minimum.
- Semis direct.
- Semis précoce.
- Monoculture et rotation courte.
- Manque de nettoyage des outils de récolte.

c- La pression de sélection : un facteur favorable



4-6-8- La résistance : il faut se méfier



Références bibliographiques

- **Aibar J., 2005** - La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct: Principaux problèmes. Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69, 8p.
- **Akula R. et Ravishankar G.A., 2011** - Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. Plant Signaling and Behavior; 6 (11):1720-1731.
- **Alhaithloul H.A.S., 2019** - Prevalence study of weeds in some economic orchards trees. Asian Journal of Agriculture and Biology; 7 (4):512-518.
- **Anonyme a, 2006** - Gestion responsable des herbicides des céréales. Agriculture et Agroalimentaire, Canada, Rapport final de recherche E2006-06, 6 p.
- **Anonyme b, 2006** - Gestion des mauvaises herbes et de la fertilité du sol en production Biologique de bleuets. Agriculture et Agroalimentaire, Canada., Rapport final de recherche E2006-06, 10 p.
- **Araniti F., Sorgonà A., Lupini A. et M.R. Abenavoli M.R., 2011** - Screening of Mediterranean wild plant species for allelopathic activity and their use as bio- herbicides. Allelopathy Journal; 29 (1): 107-124.
- **Bailly R., 1980** - Guide pratique de défense des cultures. Le Caroussel et ACTA, page 419.
- **Bailly R., Aguilar J., Faivre-Amiot A., Mimaud J., Paitier G., Cassedanne P., Choppin de Janvry E., Le Nail F., 1980** - Guide pratique de défense des cultures Ed. acta paris 420 p.

- **Belaid, D., Dotchev, D., 1990** -Eléments de phytotéchnie générale. OPU-155p.
- **Benarab H., 2021**- Effets des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.), l'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) et le Harmel (*Peganum harmala* L.) sur la germination des graines des adventices des culture. Th. Doc, Université Ferhat ABAS Sétif 1 – Sétif, 118p.
- **Blackshaw R.E, R.N., Brandt H.H., Janzen, et T. Entz. , 2004** - Weed species response to phosphorus fertilization. Weed Sci. 52: 406-4 12.
- **Boullard B., 1965** - La connaissance des phénomènes de symbiose mycorrhizienne peut-elle s'avérer utile pour l'étude des adventices. 2ème Colloque sur la biologie des mauvaises herbes, 29 novembre, Seine-et-Oise – France, 19 pp.
- **Booth B. D., et Swanton C. J., 2002** - Assembly theory applied to weed communitates. Weed Science, 50 : 2-13.
- **Brunel S. et J. Tison, 2005** - Study on invasive plants in the Mediterranean Basin. Rencontre Environnement, n° 59 : 49 - 50 p.
- **Capillon, 2006** - Agriculture durable: faut-il repenser les systèmes de culture? Rapport de Dossier. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, Montpellier: 57-87.
- **Caussanel J. P., et Barralis G., 1973** - phénomènes de concurrence entre végétaux. IV ème coll. Intern. Ecol. Biol. des mauvaises herbes, Columa, Marseille, 202-238.

- **Caussanel J.P., Barralis G., Vacher C., Fabre E., Morin C. et Branthome X., 1986** - La variation des seuils de nuisibilité des mauvaises herbes : résultats expérimentaux. *Perspect. agric.* 109, 22-28
- **Caussanel J.P., 1989** - Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle: situation de concurrence bispécifique *Agronomie* (1989) Elsevier. I.N.R.A., 219-240.
- **Caussanel J.P., 1996** - Concurrence, compétition et nuisibilité des mauvaises herbes. *Rev. Phytoma*, n°484 : 21-24.
- **Chemouri S. et Belmir M., 2014** - Contribution à l'étude de la flore adventice dans quelques agrumeraies du bassin agricole de Tlemcen. *Mém. Master. Université Abou-Bekr Belkaid-Tlemcen.* 94p.
- **Chiapusio G., Gallet C, Dobremez J.F., et Pellissier F. 2008** - Les composées allélopathiques: des molécules phytochimiques pour demain? (*Bio-pesticides d'origine végétales*). Ed. Tec Doc, 51-64p.
- **Croteau R., Kutchan T.M. et Lewis N.G., 2000** - Natural Products (SecondaryMetabolites). *American Society of Plant Physiologists*; chapter 24: 1250 1318.
- **Delpech R., 1980** - Informations apportées par les mauvaises herbes pour l'élaboration d'un diagnostic phytoécologique stationnel. Sixième Colloque International. *Ecologie et biologie des mauvaises herbes*, Montpellier, I : 251-261.
- **Djabran K., Mahajan G., Sardana V. et Chauhan B.S., 2015** - Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*; (72): 57-65.

- **Edwards P.J., Kollmann J., Wood J., 2006** - Determinants of agrobiodiversity in the agricultural landscape. In Wood, D, et Lennée J. M. Agrobiodiversity, characterization, utilization and management. CABI. Publishing pp: 183-210.
- **FAO. 1988** - La lutte raisonnée contre les mauvaises herbes. Manuel de l'instructeur, n°12, 158 p.
- **FAO. 2016** - La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 190 p.
- **FAO. 2018** - L'avenir de l'alimentation et de l'agriculture - Parcours alternatifs d'ici à 2050. Résumé. Rome. 64 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- **Fenni M., 1991** - Contribution à l'étude des groupements messicoles des Hautes Plaines Sétifiennes. Thèse de Mag. Univ., Ferhat Abbas, Sétif, 142p.
- **Fried G., 2007** - Variations spatiales et temporelles des communautés adventices des cultures annuelles en France. Thèse Doc. en sciences de l'Université de Bourgogne - France, 359 p.
- **Gautier S., et Desmoulins F., 2016** - Catalogue des plantes méssicoles de la région Centre-Val de Loire - DREAL Centre-Val de Loire / Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (CBNBP) - France, 20 p.
- **Gazoyer M., Aubinau M., Bougler J., Ney B. et Roger-estrade J., 2002** - La rousse agricole. Ed. La Rousse, Canada, 23p.

- **Godinho I., 1984** - Les définitions d'adventices et de la mauvaise herbe, Rev. Weed Research. Vol 24.n° 2. London.pp 121 125.
- **Grime J.P., 1977** - Evidence for the existence of tree primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. Amer. Nat, 111:1189-1194.
- **Hamadache A., Boulaifa H. et Hadj Miloud D., 1990** - Etude de l'incidence de différents précédents culturaux sur l'infestation d'une culture de blé dur par les mauvaises herbes en Mitidja. ITGC, Céréaliculture, 23 : 23-30.
- **Hamadache A., 1995** - Les mauvaises herbes des grandes cultures. Biologie, écologie, moyens de lutte. ITGC, 40 p.
- **Hamadache A., 2005** - La préparation du sol pour la mise en place des céréales d'hiver dans le contexte algérien. Journée d'information sur les céréales, Syngenta, Algérie 7p.
- **Hanitet K., 2012** - Les groupements des adventices des cultures dans la région d'Oran. Mémoire de Magister, Université d'Oran, 71 p + annexe.
- **Hopkins G. W., 2003** - Physiologie végétale. Ed. De boek, Bruxelles, Belgique. 495P.
- **Inderjit C. et Callaway M.R., 2003** - Experimental designs for the study of allelopathy. Plant and Soil, Springer; (256): 1-11.
- **Jarchow M.E, et Bradley J.C., 2009** - Allelopathy as a mechanism for the invasion of *Typha angustifolia*. Plant Ecology; (124): 113-124.
- **Jauzein P., 1995** - Flore des champs cultivés. Ed. Paris, 898p.

- **Karkour L. et Fenni M. 2016** - La dynamique des mauvaises herbes sous l'effet des pratiques culturales dans la zone des plaines intérieures. *Revue Agriculture – Université Ferhat Abbas Sétif1- Algeria, Revue Agriculture* (Num. Special 1) 52-61.
- **Kazi Tani C., 2010** - Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien): Aspects botanique, agronomique et phyto-écologique. Thèse de Docteur en Biologie, Université Abou Bakr Belkaïd –Tlemcen. 232 p + annexes.
- **Kouakou J.N., Kouame F.K., Ipou J.I. et Gue A., 2016** - Importance relative des mauvaises herbes de la culture du maïs dans le département de M'Bahiakro. *International Journal of Innovation and Applied Studies*; 17 (3): 768-778.
- **Krief S., 2003** - Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observation de l'alimentation de Chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse Doc. en Ecologie et chimie des substances naturelles. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 346 p.
- **Labrada R., 1992** - Tropical Weeds: Status and trends for their control. "1st International Weed Control Congress", Melbourne 17-21 February; (2): 263-276.
- **Laddada M., 1979** - Rôle des mauvaises herbes dans la production céréalière et les effets des différentes méthodes de lutte. *Céréaliculture*; (11): 23-24.

- **Lebecque S., 2019** - Etude des interactions de molécules phytotoxiques avec des modèles membranaires inspirés de la membrane plasmique végétale. Thèse Doc. en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, Univ. De Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 175p.
- **Le Bourgeois T., 1993** - Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord Cameroun (Afrique). Amplitude d'habitat et degré d'infestation, phénologie, Th. Doct. Univ. Montpellier II. 249 p
- **L'Etang M., 2012** - Effet de différents paramètres de l'environnement sur le déterminisme biochimique d'exsudats racinaires de *Crotalaria* spp. : Application à la nématoregulation en production végétale. Thèse Doc. en Sciences Agronomiques, et Biotechnologies agro-alimentaires. Univ. des Antilles et de la Guyane. 165p.
- **Longchamp. J.P. 1977** - Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes : nuisibilité des mauvaises herbes (généralités) Rev. Phytoma, 288,7-11.
- **Machexi J. J., Fleuriet A. et Jay-Allemand C., 2005** - Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR, Lausanne. 91-92p.
- **Mamarot J. 1997** - Mauvaises herbes des cultures . Ed. ACTA, France.
- **Mamarot J. et Rodriguez A., 2014** - Mauvaises herbes des cultures. Ed. ACTA. Paris, France. 569P.
- **Mekhlouf A., 2020** - Les bio-agresseurs des cultures. Type : Mauvaises herbes. Cours pour Licence – Spécialité Protection des végétaux (S2), 2019-2020. Université Ferhat ABBAS Sétif 1 – Sétif, 205p.

- **Mc Cully K. et R. Tremblay et G. Chiasson, 2004** - Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick (MAPANB), 15 p.
- **Moussaoui K., Boucheref A., Zekkari I., Verdeguer Sancho M. et Djazouli Z., 2017** - Potentiel allélopathique de bioproduits formulés à base d'huiles essentielles de Pistacia lentiscus (L., 1753) et de Cupressus arizonica (Greene, 1882). Agrobiologia; 7 (2): 539-547.
- **Movellan J., Rocher F., Faucher M., Marivingt-Mounir C., Bonnemain J.L. et Chollet J.F., 2012** - Synthèse d'analogues halogénés de la m-tyrosine : évaluation des propriétés biologiques de la m-tyrosine et de ses dérivés. 42^e congrès du Groupe Français des Pesticides, 30 mai – 1er juin.
- **Nacef T., 1991** - Indice de la compétition des mauvaises herbes en zone sub - littorale sur les espèces et les variétés des grandes cultures en Algérie. Mem. Ing. Agr. Blida, 133 p.
- **Page L. et Grume M., 2014** - Allélopathie végétale. Agroneo, Sciences agricoles.
- **Pousset J., 2003** - Agriculture sans herbicides, principes et méthodes. Ed. Agri décisions, Paris, 703p.
- **Putnam, N., 1985** - Weed Allelopathy in weed physiology -Ed S.O. DUKE - Florida - 135-155.
- **Quillet M., 2010** - Maitriser la flore adventice : Etude des Stratégies de désherbage mécanique auprès des agriculteurs biologiques. Mém. Ing. Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, France. 151p.

- **Raunkier C., 1934** - The life forms of plants and statistical Plants Geography Clarendon, Press, Oxford. 623p.
- **Rial C., Novaes P., Varela R.M. Molinillo J.M.G., et MaciasF. A., 2014** - Phytotoxicity of Cardoon (*Cynara cardunculus*) Allelochemicals on Standard Target Species and Weeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 62 (28): 6699-706.
- **Rice E. L., 1984** - Allelopathy. 2nd edition, Academic. Press, Newyork.422 p.
- **Roger., 2013** - Les mauvaises herbes agricoles. Edition Berger A.C. Inc. Canada, 367 p.
- **Schaub C. 2010** - Mieux connaître les mauvaises herbes pour mieux maîtriser le désherbage. Service Environnement – innovation, Agri Mieux et Chambre d’Agriculture du Bas Rhin (France)- Octobre 2010, 42 pages.
- **Silvy CH., 1999** - Quantification... le phytosanitaire. Courrier de l'environnement; (19): 201-212.
- **Théron A., 1964** - Botanique classe de 2eme M col!. Science Naturelles., Bordas, France, 287p.
- **Tissut M., Delval Ph., Mammartot J., Ravanel P., 2006** - Plantes, herbicides et désherbage. Ed. A.C.T.A., Paris, 635p.
- **Torres A., Oliva R. M., Castellano D. et Cross P., 1996** - Proceedings of First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. SAI, University of Cadiz, Cadiz, Spain. 278p.
- **Triplet P., 2015** - Dictionnaire de la diversité biologique et de la conservation de la nature.721p.

- **Triolet M., Cordeau S., Steinberg C. et Guillemain J.F., 2016**
- Agriculture sans herbicides; principes et méthodes. Agroécologie, Dijon, France.
- **Valantin-Morison M., Guichard L. et Jeuffroy M-H., 2008** -
Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ?. Innovations Agronomiques, INRAE, 2008, 3, pp.27-41.
- **Vioix J-B, 2004** - Conception et réalisation d'un dispositif d'imagerie multispectrale embarqué : Du capteur aux traitements pour la détection d'adventices. Th. Doc, Université de Bourgogne U.F.R. Sciences & Techniques - Ecole Doctorale Buffon, 217p.
- **Zedam A., Khoudour D., Haddad A. et Mimeche F., 2021** -
Weed flora analysis in El-Maadher agrosystem (Boussaada Oasis - Algeria). Revista Agrária Acadêmica (Agrarian Academic Journal), 4(1) : 135-151.

Sites web consultés :

➤ **www.itab.asso.fr :**

http://itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_2_vivaces.pdf.

Consulté en Mai 2021.

➤ **www.florad.org :**

http://www.florad.org/moodle/pluginfile.php/574/mod_resource/content/1/Resistance.pdf.

Consulté en Mai 2021.

➤ **www.gestiriego.com :**

<https://www.gestiriego.com/fr/resistance-aux-herbicides/>

Consulté en Mai 2021.

➤ **www.pharmacirta.files.wordpress.com :**

<https://pharmacirta.files.wordpress.com/2011/06/herbicides.pdf>.

Consulté en Mai 2021.



Professeur **Abdelghani ZEDAM**, ingénieur agronome de formation et Docteur en sciences biologiques, est actuellement Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'Sila (Algérie) en qualité d'enseignant-chercheur au Département des Sciences Agronomiques (Faculté des Sciences). Ses domaines d'intérêt et de recherche sont la botanique, l'écologie, la foresterie, la malherbologie et les relations sol-végétation.



LA MALHERBOLOGIE

(Approches Ecologique, Scientifique & Agro-Technique)

Cet ouvrage aborde le monde des mauvaises herbes en trois approches : écologique (répartition-colonisation et exigences ...), scientifique (biologie, systématique, physiologie, reproduction, croissance ...) et agro-technique (nuisibilité, moyens et méthodes de lutte, résistance ...). C'est un document destiné pour des études supérieures en la matière (Licences et/ou Masters de la filière des sciences agronomiques). La simplicité du langage utilisé par l'auteur et la synthèse des travaux de recherche dans le créneau le laisse facile à appréhender par toute personne scientifique ou technique intéressée pour mieux comprendre ces bioagresseurs de cultures.

ISBN: 978-9931-251-01-9



**Collection scientifique
de la Faculté des Sciences
Université Mohamed Boudiaf M'Sila
Dépôt légal : Novembre 2022**