



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة جيلالي ليابس - سيدي بلعباس



Université Djillali Liabès - Sidi Bel Abbès
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de l'Agronomie

Laboratoire de Nutrition, Pathologie, Agro-Biotechnologie, et Santé (LAB-NUPABS)

Dossier numéro (à remplir par l'administration) :

Polycopié de Cours

MALHERBOLOGIE

Cours destiné aux étudiants

de Master I

Spécialité : Production Végétale et protection des végétaux

Présenté par : Dr. MELALIH Ahmed

Année universitaire : 2021/2022

AVANT-PROPOS

Ce polycopié de cours, conforme au programme enseigné, s'adresse aux étudiants de 1^{ère} année Master Sciences Agronomiques, Spécialité : Production végétale et protection des végétaux. C'est un travail personnel qui émane de ma propre expérience lors de mes activités pédagogiques dans le module de Malherbologie. Afin que les étudiants comprennent et suivent le programme du premier cycle universitaire en master, qui est souvent nouveau pour eux, il est indispensable de faire un rappel des notions fondamentales et l'acquisition des techniques de reconnaissance des différentes espèces de plantes spontanées, d'où le nom de la matière qui est Malherbologie. Ce qui donnera à l'étudiant les outils et méthodes adéquates, en matière de travaux culturaux, qui empêcheront ces dernières, d'exercer leurs concurrences avec les plantes installées, évitant ainsi d'affaiblir qualitativement et quantitativement la récolte, donc le rendement d'une manière générale.

A l'issue de ce cours, l'étudiant doit être capable d'analyser les risques de présence d'adventices et de concevoir un plan de contrôle intégré prenant en compte les aspects d'efficacité, économique et environnementaux.

Table des matières

AVANT-PROPOS.....	1
Introduction	1
I. Impact économique des mauvaises herbes.....	2
II. Biologie et mode de reproduction des plantes adventices	3
II.1 Biologie des plantes adventices	3
II.1.1 Les espèces annuelles (thérophytes)	3
II.1.1.1 Les annuelles d'été	3
II.1.1.2 Les annuelles d'hiver	4
II.1.2 Les espèces bisannuelles (hémicryptophytes).....	4
II.1.3 Les vivaces (géophytes)	4
II.2 Reproduction des plantes adventices.....	5
II.2.1 Reproduction par les graines	5
II.2.2 Multiplication végétative.....	5
III. Capacité d'adaptation	7
IV. La dispersion des semences des plantes adventices.....	8
IV.1. Dispersion grâce à des mécanismes appartenant à la plante elle-même.....	8
(Autochorie).....	8
IV.2. Dispersion par l'eau (Hydrochorie).....	9
IV.3. Dispersion par le vent (Anémochorie).....	9
IV.4. Dispersion par les animaux (Zoochorie).....	10
IV.5. Dispersion par l'homme	10
V. Nuisibilité des mauvaises herbes (Nature des dégâts)	11
V.A Nuisibilité primaire.....	12
V.A.1 Nuisibilité directe (Concurrence et allélopathie)	12
V.A.1.1 Prélèvement d'eau	13
V.A.1.2 Prélèvement des éléments minéraux	14
V.A.1.3 Compétition de l'espace	14
V.A.1.4 Télétoxicité ou allélopathie	15
V.A.2. Nuisibilité indirecte.....	16
V.A.2.1 Dissémination et conservation des parasites et déprédateurs	16
V.A.2.2 Altération de la qualité (Frais de triage)	17
V.A.2.3. État sanitaire des cultures	17
V.A.2.4. Coût des travaux culturaux.....	18
V.B Nuisibilité secondaire	18
V.B.1 Salissement de la parcelle	18
V.B.2 Intoxication alimentaire	18
V.B.3 Altération de la pureté variétale des semences.....	19
V.B.4 Compétition dans la pollinisation des arbres fruitiers	19
V.C Seuils de nuisibilité	20

V.C.1	Seuil biologique	20
V.C.2	Seuil technique.....	20
V.C.3	Seuil économique.....	21
VI.	Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes	21
VI.1	Moyens préventifs	21
VI.2	Méthodes culturales	21
VI.2.1	Le travail de préparation du sol	22
VI.2.2	L'implantation de la culture.....	22
VI.2.3	Le paillage du sol (mulch ou mulching)	23
VI.2.4	Les plantes de couverture	23
VI.2.5	La rotation des cultures.....	24
VI.2.6	Le semis direct.....	24
VI.2.7	Le faux semis.....	24
VI.2.8	Fertilisation équilibrée	25
VI.2.9	Compostage.....	25
VI.2.10	Gestion des pâturages	26
VI.3	Moyens mécaniques.....	26
VI.3.1	Travail du sol.....	26
VI.3.2	Le désherbage manuel et mécanique	27
VI.3.2.1	Désherbage à la main (manuel).....	27
VI.3.2.2	Désherbage mécanique.....	27
VI.3.3	Le fauchage	28
VI.4	La lutte chimique	28
VI.4.1	Spécificité.....	28
VI.4.2	Mode d'action.....	29
VI.4.3	Époque de l'application	29
VI.4.4	Type d'application	29
VI.4.5	Conditions pour réussir une application.....	29
VI.4.6	La résistance aux herbicides : qu'est-ce que c'est ?.....	30
VI.4.6.1	Comment savoir s'il y a de la résistance dans une parcelle ?.....	30
VI.4.6.2	Comment limiter la résistance ?	30
VI.5	Autres pratiques pour lutter contre les adventices	31
VI.5.1	Moyens biologiques	31
VI.5.2	La solarisation.....	32
VI.5.3	Le désherbage thermique	32
	Conclusion	33
	Références bibliographiques	34
	Annexes	36

Introduction

Toutes les espèces qui s'introduisent dans les cultures sont couramment dénommées « adventices » ou mauvaises herbes. Bien que généralement employés dans le même sens, ces deux termes ne sont pas absolument identiques: pour l'agronome, une « adventice » est une plante introduite spontanément ou involontairement par l'homme dans les biotopes cultivés (**Barralis, 1984**). En Agronomie, On appelle "Adventice" toute plante poussant dans un intentionnellement campagne en court.

Le terme de « mauvaise herbe » fait donc intervenir une notion de nuisance, et dans les milieux cultivés en particulier, toute espèce non volontairement semée est une « adventice » qui devient « mauvaise herbe » au-delà d'une certaine densité, c'est à dire dès qu'elle entraîne un préjudice qui se concrétise, en particulier, par une baisse du rendement (**Barralis, 1984**).

Les mauvaises herbes exercent une concurrence sur la céréale vis-à-vis de la lumière, l'eau, éléments minéraux et de l'espace. Cette concurrence entraîne une baisse de rendement considérable, pouvant aller jusqu'à 40% de perte de la production potentielle de la culture (**Melakhssou, 2020**). Elles déprécient la qualité des récoltes par l'augmentation du pourcentage d'impuretés, le goût et l'odeur désagréable de la céréale et par la présence de semences toxiques. Ces impuretés peuvent également augmenter le taux d'humidité dans les silos de stockage, favorisant le risque de développement de moisissures. Tous ces risques rendent les stocks impropres à la consommation.

En Algérie, les mauvaises herbes se sont progressivement multipliées pour couvrir des superficies de plus en plus importante (surtout en céréaliculture). Les mauvaises herbes les plus couramment recensées sont le brome, le phalaris, le ray gras, le vulpin et la folle avoine, pour les poacées et la moutarde, la ravenelle, le gaillet et le coquelicot pour les dicotylédones (**Rahali et al., 2011**).

L'amélioration de la production agricole doit être accompagnée d'une lutte efficace contre les adventices d'où la connaissance approfondie de cette flore est nécessaire.

Quelques définitions

- La Malherbologie désigne l'ensemble des Sciences et techniques permettant d'étudier les "mauvaises herbes" qui croissent spontanément. Elle a pour objet la connaissance des mauvaises herbes. Visant deux objectifs :

- Préciser les effets de ces plantes sur la production agricole ou alimentaire (traditionnellement la nuisibilité sous ses différents types, exemple : toxicité).
- En conséquence, les moyens de les gérer (les moyens de lutte pour limiter leurs nuisibilités).

- Plante adventice (botanique)

« Espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer »

- Adventice / Mauvaise herbe (agronomie) :

« Plante herbacée ou ligneuse indésirable à l'endroit où elle se trouve »

I. Impact économique des mauvaises herbes

Le problème essentiel, relevant de l'aspect économique, est lié à la concurrence entre la culture et les mauvaises herbes ; Les mauvaises herbes, comme tous les autres parasites animaux ou végétaux des cultures entraînent une réduction de la productivité potentielle de celle-ci.

Les mauvaises herbes réduisent le rendement des récoltes et le rendement économique des exploitations agricoles. Les pertes de récolte sont globalement évaluées à environ 40% de l'ensemble de la production potentielle des cultures, alors que la demande qualitative et quantitative reste croissante.

Ce problème consiste à connaître la densité critique à partir de laquelle, les mauvaises herbes entraîneraient une baisse de rendement qualitative et quantitative inacceptable pour l'agriculture. Les pertes dues aux mauvaises herbes dans le monde sont respectivement de 20 à 30% du rendement potentiel pour les cultures de blé et de maïs, alors qu'en Algérie 20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes (**Zemmali, 2019**).

Du point de vue économique elles contribuent largement à l'abaissement des rendements des cultures par les phénomènes de nuisibilité soit directe s'exerçant par une concurrence pour l'eau, la lumière et les éléments minéraux, l'espace, le phénomène d'allélopathie. L'importance économique des dégâts occasionnés par les mauvaises herbes à l'égard des cultures a été soulignée par de nombreux auteurs à l'échelle menée dans les différents périmètres agricoles de l'Algérie et sur plusieurs

spéculations, la concurrence des mauvaises herbes induit des baisses de rendements souvent spectaculaires. Pour les céréales, ces pertes sont très marquées si aucun désherbage n'est réalisé. Par exemple 20 % des pertes de rendements en céréaliculture sont dues aux mauvaises herbes.

Parmi les monocotylédones les plus importantes en Algérie, la folle avoine (*Avena sterilis*), le brome (*Bromus rigidum*), le Phalaris (*Phalaris brachystachys* et *Phalaris paradoxa*) et le ray grass (*Lolium multiflorum*) (Belaid, 1990).

La folle avoine s'enracine, talle et forme des tiges mieux que le blé. Elle peut recouvrir ce dernier et l'étouffer, ce qui provoque une concurrence à tous les stades de développement de la culture (Oufroukh et Hamadi, 1993).

Parmi les dicotylédones les plus fréquentes en Algérie, la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le souci des champs (*Calendula arvensis*) et le medicago (*Medicago hispida*) (Belaid, 1990).

II. Biologie et mode de reproduction des plantes adventices

D'après Halli et al. (1996), On peut classer les mauvaises herbes en trois grandes catégories selon leur mode de vie : annuelles, bisannuelles et vivaces.

II.1 Biologie des plantes adventices

II.1.1 Les espèces annuelles (thérophytes)

Ce sont des espèces qui complètent leur cycle de développement au cours d'une année et se reproduisent par graines (Fig. 1). Les mauvaises herbes annuelles sont de deux types, les annuelles d'été et les annuelles d'hiver. Si l'on veut élaborer un programme efficace de lutte contre les mauvaises herbes, il importe de faire la distinction entre les deux types d'annuelles.

Ex : *Calendula arvensis* et *Senecio vulgaris*

II.1.1.1 Les annuelles d'été

Les plantes annuelles d'été germent au printemps et en été, produisent des organes végétatifs, des fleurs et des graines et meurent la même année.

Les mauvaises herbes annuelles d'été ont en commun la propriété de pousser très rapidement et de produire beaucoup de graines. Les nouvelles plantes qui poussent à l'automne sont habituellement détruites par le gel.

II.1.1.2 Les annuelles d'hiver

Les plantes annuelles hivernantes germent de la fin août début novembre et passent l'hiver à l'état de rosettes. Le printemps suivant, elles poussent très rapidement, fleurissent, produisent des graines puis meurent à la fin de la saison.

II.1.2 Les espèces bisannuelles (hémicryptophytes)

Complètent leur cycle au cours de deux années. La première année, la croissance est purement végétative et se termine par la formation d'une rosette de feuille (**Fig. 1**). La deuxième année s'observe par la production de fleur et de fruits et le cycle s'achève avec la formation des graines. Elles sont rares dans les cultures annuelles du fait de la rupture de leur cycle par les travaux culturaux. Ex : *Daucus carota*

II.1.3 Les vivaces (géophytes)

Vivent au moins 03 ans et peuvent vivre longtemps ou presque indéfiniment, ce type d'adventices se propage par ses organes végétatifs (bulbes, rhizomes, stolons, tubercules...) mais peut aussi se multiplier par graines (**Safir, 2007**) (**Fig. 1**).

Ex : *Oxalis cernua*, *Cichorium intybus*, *Convolvulus arvensis*

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

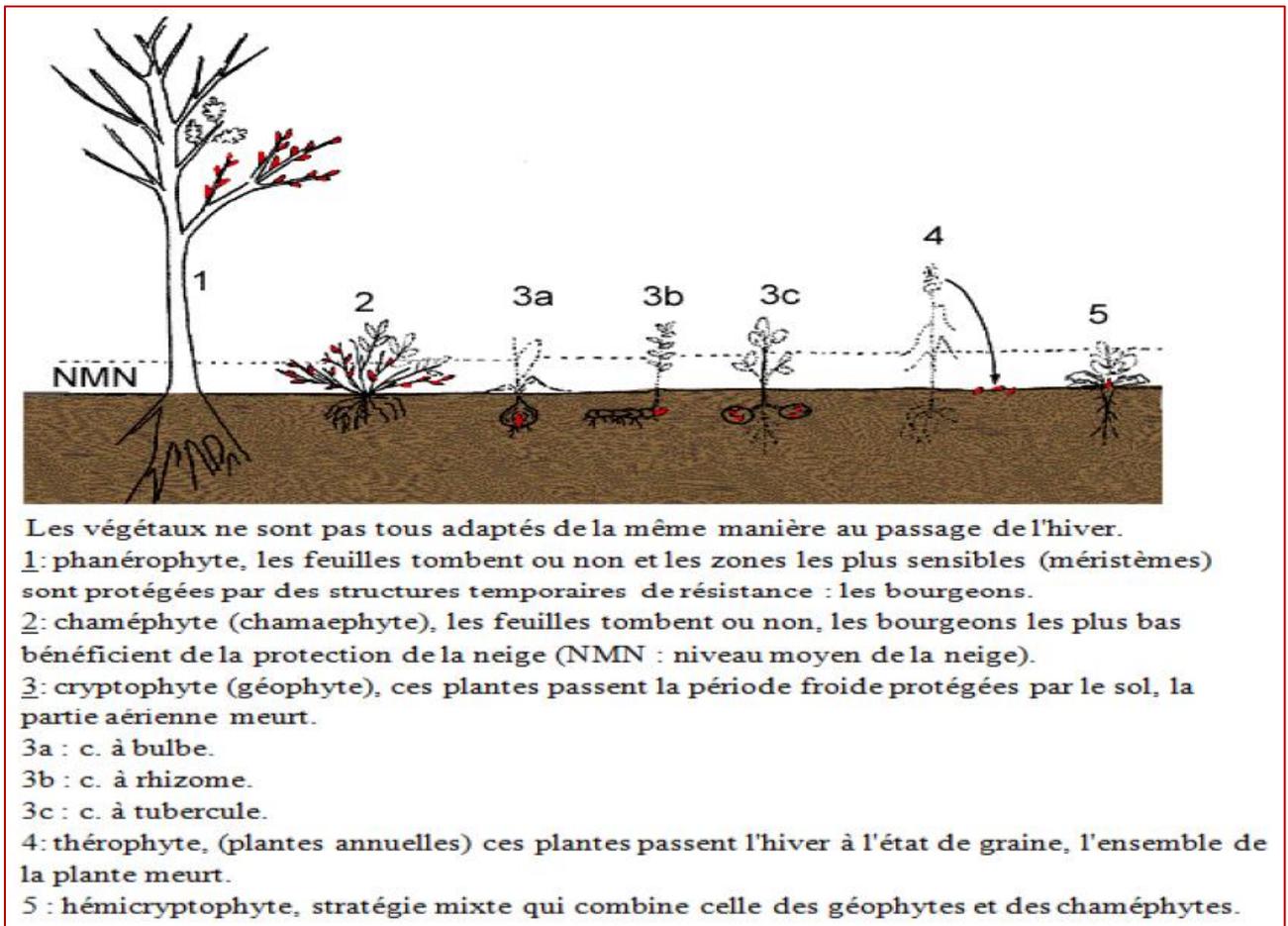


Figure 1. Type biologique des adventices selon la classification de Raunkier (1905) in (Melakhessou, 2007)

II.2 Reproduction des plantes adventices

Les adventices vivaces sont problématiques à cause de leur forte capacité de compétition vis-à-vis des espèces cultivées.

Cet avantage compétitif s'explique notamment par la capacité de ces adventices vivaces à se propager par multiplication végétative, fractionnement ou développement d'organes végétatifs, en plus de la reproduction par les graines comme pour les adventices annuelles.

II.2.1 Reproduction par les graines

L'importance de ce mode de reproduction est très variable d'une espèce à l'autre, mais il est préférable de limiter la grenaison car les graines sont en grande partie responsables de l'introduction des adventices vivaces dans de nouveaux espaces.

II.2.2 Multiplication végétative

Pour permettre la multiplication végétative, les adventices vivaces sont dotées

d'organes spécifiques, appelés «organes végétatifs». La multiplication s'effectue grâce à des bourgeons situés sur les organes végétatifs et dans certains cas sur les racines (**Tableau 1**).

Il existe différents types d'organes végétatifs, en fonction des espèces: certains sont aériens comme les drageons ou les stolons, et d'autres sont souterrains comme les rhizomes.

Tableau 1. Présentation des différents types d'organes végétatifs
(AGROTRANSFERT, 2016)

Organes végétatifs	Description	Exemples d'adventices
Rhizomes	tiges souterraines comportant des écailles	Chiendent rampant
Drageons	tiges aériennes issues des racines	Chardon des champs, laiteron des champs
Stolons	tiges aériennes rampantes	Liseron des haies, potentille rampante
Racine tubérisée	racine chargée de réserves	Rumex crépu

Les bourgeons des organes végétatifs peuvent produire des racines et de nouveaux organes de multiplication, ou peuvent rester en dormance.

Seuls quelques bourgeons végétatifs donnent des tiges aériennes à un moment donné, car la plante-mère exerce une inhibition, appelée « dominance apicale », sur une grande partie des bourgeons végétatifs pour les empêcher de former de nouvelles pousses.

Si le système racinaire d'une adventice vivace est fragmenté par un travail du sol, la dormance des bourgeons végétatifs est levée, ce qui permet à de nouvelles pousses de se développer (**Fig. 2**). C'est ce qu'on appelle la capacité de régénération.

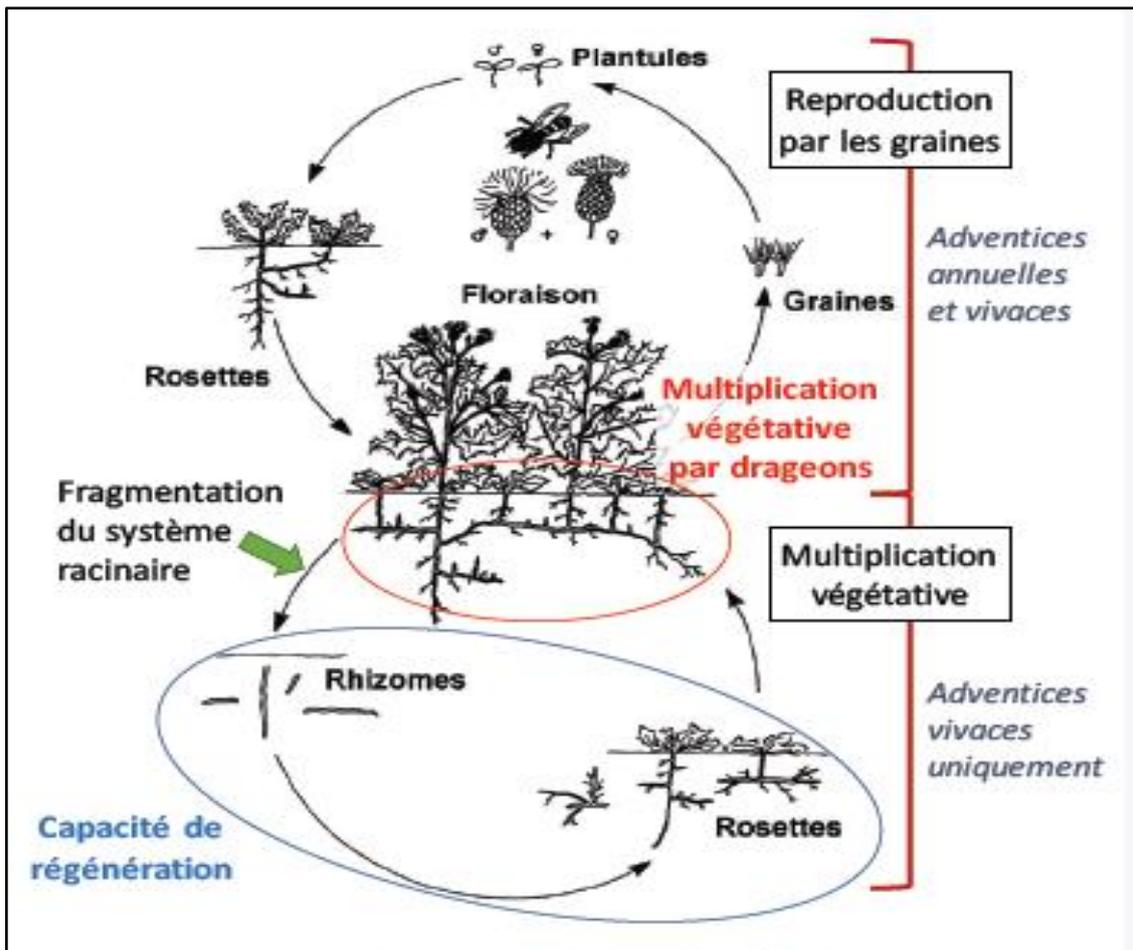


Figure 2. Cycle de développement du chardon des champs (Favrelière, 2019)

III. Capacité d'adaptation

Il est avéré que les mauvaises herbes ou adventices ont tendance à se développer au sein d'une parcelle cultivée selon deux modes de propagation : de manière isolée ou en agrégats. Ces modes sont fortement dépendants des travaux agricoles effectués sur la parcelle, mais aussi du mode de reproduction des plantes (sexué ou multiplication végétative). Concernant le travail du sol, ceux-ci peuvent favoriser la dissémination des graines dans le sens de travail de la parcelle, créant des tailles d'agrégats de forme ovale mais il peut également répartir de manière aléatoire les racines les graines qui vont rester accrochées aux outils à dents (tels que charrue), le temps d'être déposées plus loin dans la parcelle. Concernant le mode de reproduction des plantes, celui-ci va également avoir une influence importante sur la répartition des adventices, les plantes dites « annuelles » vont voir la distribution spatiale de leur semence conditionnée soit par le vent (qui pourra apporter une répartition aléatoire) soit par le labour qui va étirer cette distribution en suivant un modèle de type agrégatif.

Au contraire, les plantes dites « vivaces », qui n'ont besoin que d'un morceau de végétal pour se reproduire vont avoir une répartition spatiale plus aléatoire, dû aux différents travaux agricoles réalisés sur la parcelle qui les disséminera.

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. Les adventices peuvent être des dicotylédones ou des graminées. Le développement des mauvaises herbes dépend d'un certain nombre de caractères phénomorphophysiologiques, parmi lesquels :

- Ressemblance phénologique avec les plantes cultivées ;
- La synchronisation de la maturité des grains avec celle de la culture ;
- La germination discontinue ;
- La multiplication végétative ;
- Leur système de fécondation auto compatible ;
- Une production de graine importante en conditions favorables, mais également possible en conditions de stress ;
- Croissance rapide, notamment au stade plantule ;
- Forte capacité d'acclimatation en conditions variables ;
- Forte longévité des semences (25 - 100 ans).

IV. La dispersion des semences des plantes 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.

IV.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 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. Les parois et les cloisons du fruit restent rigides. La substance - mucilagineuse en se gonflant repousse les graines vers la fente terminale comme le ferait un piston. Dès que la graine est arrivée à la sortie et s'est libérée des forces qui la comprimaient latéralement, elle est brusquement projetée en avant.

Quelques légumineuses: Nous savons que le fruit des légumineuses est une gousse s'ouvrant par deux fentes de déhiscence longitudinale. Chez quelques plantes, cette ouverture se fait brutalement avec torsion des valves, ce qui projette les graines au loin. Ces valves possèdent des fibres irrégulièrement disposées qui se rétrécissent lorsqu'elles sont exposées à une forte chaleur qui les a desséchées. Leur disposition irrégulière provoque des phénomènes de torsion.

IV.2. Dispersion par l'eau (Hydrochorie)

Elle amène au loin les graines des plantes aquatiques. Elle transporte aussi des graines de plantes terrestres et les dépose parfois viables sur le sol, par exemple lors d'un retrait après une crue.

La plupart des semences de mauvaises herbes peuvent être disséminées par l'eau car cette forme de dispersion ne nécessite réellement pas de dispositifs anatomiques particuliers.

IV.3. Dispersion par le vent (Anémochorie)

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

Beaucoup de fruits, surtout les fruits secs comme les akènes, possèdent des dispositifs jouant un rôle dans la dispersion. Nous connaissons par exemple les fruits des composées garnies 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.

Anémochorie et Zoochorie peuvent correspondre à une dissémination à longue (supérieure à 100m) ou moyenne (supérieure à 5m) distance. Les autres regroupent des disséminations à courte distance (Clithochorie).

IV.4. Dispersion par les 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.

Certains fruits possèdent de petits crochets 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.

La dispersion par les animaux est de deux sortes:

- Selon le type d'animal responsable de la dissémination et on distingue:
 - La mammaliochorie: correspond à une dissémination par les mammifères à moyenne distance (supérieure à 5m).
 - La myrmécochorie : correspond à une dissémination par les fourmis.
 - L'ornithochorie: correspond à une dissémination par les oiseaux à moyenne distance (supérieure à 5m), 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 on distingue:
 - L'endozoochorie ou zoochorie passive: les semences traversent le système digestif des ruminants ou des oiseaux et restent viables et qui vont être rejetées avec les excréments.
 - L'ectozoochorie ou zoochorie active: les semences s'accrochent à l'animal par des épines ou des crochets, surtout à la toison des ruminants.

IV.5. Dispersion par l'homme

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

V. Nuisibilité des mauvaises herbes (Nature des dégâts)

Cette nuisibilité due à la flore qui germe et apparaît avec la culture au cours de son cycle, elle est qualifiée de primaire ou secondaire. Les mauvaises herbes exercent une action néfaste soit directe ou indirecte, sur la quantité et la qualité de la récolte. Donc chaque espèce adventice possède sa propre nuisibilité (nuisibilité spécifique) qui contribue à la nuisibilité globale du peuplement adventice dans des conditions d'offre environnementale définies (**Fig. 3**).

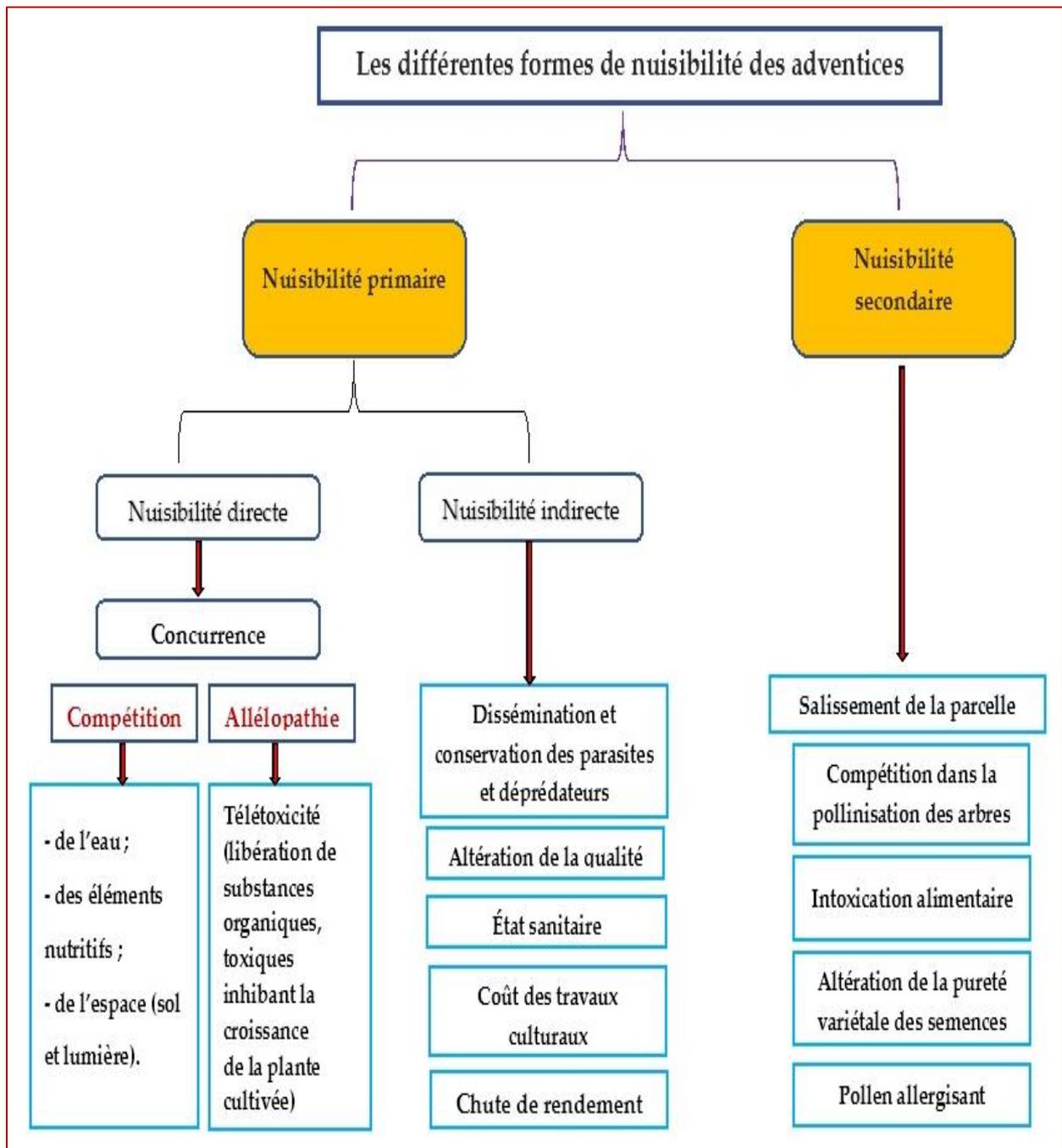


Figure 3. Les différentes formes de nuisibilité des adventices dans les cultures.

La nuisibilité due à la flore adventice réelle n'est prise en compte que par ses effets indésirables sur le produit récolté, cette nuisibilité est dite primaire.

V.A Nuisibilité primaire

Les adventices concurrencent les plantes cultivées de plusieurs façons :

V.A.1 Nuisibilité directe (Concurrence et allélopathie)

Les mauvaises herbes réduisent la croissance et le développement des plantes cultivées par des phénomènes de concurrence pour l'eau, l'air (CO₂), la lumière et les

éléments nutritifs. Elles peuvent également dans certains cas émettre des substances phytotoxiques (allélopathie).

V.A.1.1 Prélèvement d'eau

Comme les plantes cultivées les mauvaises herbes font circuler dans leurs tissus d'importante quantité d'eau pour édifier leur matière sèche.

Il semble même qu'un bon nombre représente un véritable gaspillage, les chiffres suivants ils donnent un exemple.

Tableau 2. Besoins comparés en eau en (g/g de m.s)

Plantes	Entière	Partie aérienne
Moyenne de 8 plantes cultivées	2,42	3,20
Moyenne de 8 plantes adventices	5,37	6,57

- ❑ L'eau ainsi s'évaporer et perdu pour la plante cultivée il se fait et particulièrement grave dans les régions chaudes et sèches telle que la méditerranée.
- ❑ La croissance rapide des adventices entraîne des besoins en eau importante qui se situe souvent avant que la plante cultivée.

Par exemple

- ✓ *Oxalis pes-caprae* forme ses organes de réserves au moment de l'initiation florale de blé;
- ✓ *Avena sterilis* (folle avoine) monte et épaissit avant la céréale et épuise le sol en eau au moment de la montaison de celui-ci entraînant une diminution des nombres d'épais.
- ✓ De plus le système racinaire de la plupart des mauvaises herbes s'installe très rapidement dans le sol et se développe de manière très exagérée.

Tableau 3. Longueur du système racinaire en cm 20 jours après la levée

Plantes	Longueur (cm)
Folle avoine (<i>Avena sterilis</i>)	85,5
Moutarde des champs (<i>Sinapis arvensis</i>)	105
Chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i>)	86,5
Blé (<i>Triticum sp</i>)	75

V.A.1.2 Prélèvement des éléments minéraux

Les exportations en éléments fertilisants différentes plantes adventices sont du même ordre que celles des plantes cultivées mais les mauvaises herbes sont capables d'absorber certains minéraux dans le sol et les accumuler en quantité considérable.

Par exemple certaine espèce (les Amarantacées et les Chénopodiacées) sont nettement nitrophiles ce qui rend leur présence encore plus grave, l'azote étant souvent le facteur limitant des rendements, donc ces espèces profitent mieux que certaine plante cultivée.

Tableau 4. Exportation en éléments fertilisants (kg/ha) de quelque plante adventice (plante entière)

Espèces	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé (<i>Triticum sp</i>)	180	60	110
Chiendent (<i>Cynodon dactylon</i>)	85	31	68
Laiteron (<i>Sonchus arvensis</i>)	67	29	160
Chardon (<i>Cirsium arvensis</i>)	138	41	117
Renouée (<i>Polygeonum aviculare</i>)	85	47	170
Chénopode (<i>Chenopodium album</i>)	170	50	140

Source : (Korsono (1930) in Diehl (1975))in (**Melakhessou, 2020**)

Tous ces prélèvements s'effectués au moment de la croissance rapide et épuisent les réserves du sol entraînant des carences lorsque la plante cultivée à des besoins important.

V.A.1.3 Compétition de l'espace

Les mauvaises herbes à croissance rapide (lèvent avant la plante cultivée) à feuille large, créent un écran qui gêne la photosynthèse de la plante cultivée le cas de chénopode dans les jeunes semis de betterave, et la même chose pour la partie souterraine dont le système racinaire des adventices exploite un espace considérable avant que la plante cultivé s'installe.



Figure 4. La compétition que mènent les mauvaises herbes aux cultures
(AGROTRANSFERT, 2016)

V.A.1.4 Télétoxicité ou allélopathie

Le terme d'allélopathie désigne l'émission ou la libération par une espèce végétale ou par l'un de ses organes, vivants ou morts, de substances organiques toxiques entraînant l'inhibition de la croissance de végétaux se développant au voisinage de cette espèce ou lui succédant sur le même terrain (Caussanel, 1988).

Le problème des excréta racinaires toxiques ou phytotoxiques est posé depuis longtemps à propos de la fatigue de sol constater en agriculture.

De plus on a remarqué l'influence des précédentes cultures sur les rendements de la culture actuelle, pour le blé l'influence est négative avec l'orge mais positive avec la betterave et la pomme de terre.

- Certaines espèces adventices le cas du *Chelidonium majus*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis* excrètent par leurs racines des substances inhibent ou retardent la croissance de blé.
- Chénopode blanc empêche la croissance du maïs.
- Le chiendent émet une substance télétoxique, l'agropyène, qui réduit la croissance des plantes croissant à proximité.
- Les excréta des feuilles d'eucalyptus et laurier sance ces espèces méditerranéennes favorisent l'inhibition complète de la germination de blé et la mort des jeunes plants de tomate.
- Il est connu depuis longtemps qu'au-dessous du Noyer (*Juglans regia*) il est impossible de cultiver la luzerne, tomate, pomme de terre ...etc
- C'est le juglane synthétisé par les feuilles du noyer et dissout dans les pluviollessivats qui est responsable de ce phénomène de toxicité.

- Le terme allélopathie désigne l'émission, 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 qui se développent au voisinage de cette espèce ou lui succédant.

L'utilisation du potentiel allélopathique dans l'agriculture est nombreuse :

- ❑ Isolement des substances chimiques toxiques et leurs utilisations ou leurs synthèse subséquente comme des nouveaux herbicides ou les régulateurs de croissance dans le contrôle sélectif des mauvaises herbes ; autant que régulateur de croissance il peut simplement retarder la croissance, ce qui permet à la plante cultivée de supplanter des adventices.
- ❑ Sélection par les généticiens des gènes allélopathiques et produire des plantes cultivées ayant des propriétés phytotoxique exagérés. Cependant la gestion des résidus des plantes cultivées phytotoxique doit être prise en considération lors de la rotation des cultures.

V.A.2. Nuisibilité indirecte

V.A.2.1 Dissémination et conservation des parasites et déprédateurs

Certaine mauvaise herbe admet les mêmes parasites et les mêmes déprédateurs que les plantes cultivées symptômes par exemple :

- ❖ L'orge des rats (*Hordeum murinum*) est l'hôte de la punaise de céréale (*Eurygaster maurus*) qui après le repos hivernal se nourrit à partir de cette plante de préférence à toutes autres graminées avant d'aller infester les céréales cultivées.
- ❖ Ergot de seigle (*Claviceps purpurea*) c'est un champignon s'attaque aux divers graminées (brachypodium, agropyrum) avant de s'installer sur les épis de seigle.
- ❖ Mouron blanc et mouron des oiseaux héberge des pucerons, virus de la mosaïque du concombre.
- ❖ Plusieurs espèces adventices hébergent les pucerons, les cicadelles et les nématodes aussi, vecteurs de certain virus de la pomme de terre.

Ex: les solanacées et l'amarante pour les virus X, le chénopode blanc pour le virus M.

Donc ces espèces sont capables de diffusées ces maladies virales en l'absence de toutes sources de virus provenant de la plante cultivée elle-même.

- ❖ Dans les cultures basses, les mauvaises herbes créent un micro climat humide qui favorise champignons et bactéries mais aussi les ravageurs comme les limaces.

V.A.2.2 Altération de la qualité (Frais de triage)

Les semences des plantes adventices constituées toujours dans les récoltes de grain des impuretés qu'il faut éliminer par triage. L'opération du triage est souvent délicate parfois même impossible par la suite de l'absence de différence de grosseur (tamis, cribles) entre semences adventices et cultivées.

Exemple 1 : Folle avoine dans l'avoine

Exemple 2: Le rhizome du chiendent peut tuer les tubercules de pomme de terre et entraîner un goût amer.

Exemple 3: Dépréciation de la qualité des fourrages (présence des mauvaises herbes).

V.A.2.3. État sanitaire des cultures

➤ **Maladies cryptogamiques**

Beaucoup d'espèces de mauvaises herbes constituent des hôtes intermédiaires de certaines maladies cryptogamiques.

Exemple: La rouille hôte intermédiaire *Berberis vulgaris*

Champignon *Rhizoctonia* *Amaranthus retroflexis*

➤ **Maladies virales:**

On peut retrouver des plantes indicatrices et des plantes réservoirs. Certaines espèces de mauvaises herbes considérées comme hôte de virus et responsables de certaines viroses.

Exemple: *Stellaria media* } hôte intermédiaire

Capsella bursa-pastoris } Concombre

➤ **Développement des insectes et des nématodes:**

Ils se développent sur les mauvaises herbes et peuvent être transférés sur les espèces cultivées

Exemple: Altise de la vigne (sur Moutarde des champs *Sinapis arvensis*).

Les pucerons peuvent être abrités par les mauvaises herbes sur plusieurs générations. Ces insectes s'attaquent surtout aux céréales, légumineuses et quelques espèces maraichères.

Les nématodes ont une préférence pour certaines espèces de mauvaise herbe.

Exemple: *Agropyron repens* *Trichodorus* sp.

Les pucerons et les nématodes sont des vecteurs de maladies virales.

V.A.2.4. Coût des travaux culturaux

- Le désherbage revient très cher à cause des prix élevés des produits.

Exemple: le désherbage d'un hectare de betterave sucrière dure 36 jours avec un seul employé.

- Gêne mécanique à la récolte : Les mauvaises herbes peuvent également compliquer la récolte, surtout si celle-ci est réalisée.

Exemple : Le gaillet gratteron (*Galium aparine L.*) et les autres plantes volubiles peuvent occasionner la verse des céréales et gêner le travail des moissonneuses-batteuses. La verse par elle-même peut engendrer des pertes de rendement.

V.B Nuisibilité secondaire

V.B.1 Salissement de la parcelle

- **Au niveau de la parcelle**

Elle s'explique par l'augmentation du stock grainier ou semencier du sol.

- **Au niveau de l'exploitation**

L'envahissement d'une culture par les mauvaises herbes peut avoir les conséquences suivantes:

- C'est un état de salissement général (culture trop sale);
- Le problème d'incendie ;
- Introduction difficile de nouvelles cultures ;
- Détérioration des réseaux de drainage.

V.B.2 Intoxication alimentaire

Un certain nombre des plantes adventices sont susceptibles de provoquer des intoxications alimentaires plus ou moins graves de faite de la présence de leurs graines, de leurs fruits ou fragment de la plante dans les produits végétaux consommés par l'homme ou les animaux domestiques.

**Daucus carotta* (carotte sauvage).

**Datura stramonium* qui est utilisée comme une drogue et utilisée en pharmacie.

Ex : la plupart des renoncules (bouton d'or : *Ranunculus arvensis*) renferment après la floraison des alcaloïdes toxiques déterminant des accidents digestifs nerveux chez les ruminants : les coliques, trouble de rumination, éructation, diarrhée ; mais les plantes sèches ne sont pas dangereuses.

Les mauvaises herbes des cultures peuvent causer des accidents souvent peu grave mais aussi parfois mortels pour les animaux.

■ *Exemple 1 : - Toxique pour l'homme :*

La nielle des blés (*Agrostemma githago L.*), plante adventice des cultures de céréales, peut occasionner des irritations des muqueuses et des troubles gastriques lorsque ses graines sont mélangées à de la farine consommée par l'homme

■ *Exemple 2 : - Toxique pour les animaux :*

Mercuriale annuelle toxique pour les lapins. Surtout dans les cultures de fourrage il faut éviter ces mauvaises herbes toxiques, car l'animal ne fera pas la distinction.

Leur action varie selon l'espèce animale et selon l'âge.

- ❖ Ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) mortelle pour les jeunes brebis.
- ❖ *Anagallis arvensis*: mortelle pour les lapins.
- ❖ Ranunculus (*Ranunculus macrophyllus*) toxicité variable chez les ruminants.

Les mauvaises herbes peuvent avoir un effet polluant sur les aliments (Exemple: sur lait et beurre).

V.B.3 Altération de la pureté variétale des semences

Concernant les espèces cultivées il y a des possibilités d'hybridation naturelle ; entre l'avoine cultivée et la folle avoine (*Avena sterilis*, *Avena sativa*) entre le colza et la moutarde des champs (*Brassica napus*, *Brassica nigra*) et entre le colza et la ravenelle (*Brassica napus*, *Raphanus raphanistrum*) ceci entraîne une modification génétique pour les deux espèces.

Le pollen de la plante cultivée contient le gène de résistance à l'herbicide et la plante adventice devient à son tour résistante et peut envahir les champs ce qui n'est pas le but recherché.

D'une manière générale, on peut dire que chaque fois qu'il y a une certaine proximité taxonomique entre l'espèce adventice et l'espèce cultivée voire même les espèces spontanées ; des hybridations peuvent intervenir modifiant ainsi le pôle génétique et l'avenir de la population.

V.B.4 Compétition dans la pollinisation des arbres fruitiers

Dans les vergers les espèces adventices offrent souvent une forte compétition du point de vue de l'attraction de leur pollen pour les espèces pollinisatrices (abeilles, guêpes, mouches et autres insectes) par apport aux fleurs des arbres fruitiers (une

excellente production de nectar) en effet la liste des adventices compte beaucoup des plantes mellifères.

Ex: *Melilotus sp*, *Borrago officinalis*, crucifères...

V.C Seuils de nuisibilité

Le seuil de nuisibilité exprime le niveau d'infestation adventice à partir duquel il est rentable de désherber prêle à double confusion. Tout d'abord, la décision de traiter les 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. Par ailleurs, déterminer un seuil de nuisibilité pour chacun de ces niveaux exige de faire une synthèse entre des prévisions biologiques (risques d'infestation adventice et espoirs de production potentielle) 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, 1988**).

V.C.1 Seuil biologique

C'est le niveau d'infestation à un moment donné à partir duquel une baisse de rendement de la culture est mesurable. En d'autre terme, c'est le niveau d'infestation à partir duquel une opération de désherbage devient rentable. Ce seuil est atteint pour le cas de vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* Huds .) dans la culture de blé d'hiver, lorsque l'on dénombre entre 22 et 33 plants /m². Ainsi, la valeur de seuil de nuisibilité biologique est basée sur le seul paramètre, la densité (**Melakhessou, 2020**).

V.C.2 Seuil technique

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

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

A titre d'exemple un blé concurrencé par le vulpin (*Alopecurus agrestis* L.), à une densité d'infestation de 35 pieds /m² accuse une chute de rendement de 6%.

Cependant ce seuil est variable selon les régions, puisqu'il dépend de l'offre environnementale. Le deuxième exemple est la présence de 7 pieds de *Chenopodium album* par mètre linéaire dans les inters rangs de maïs pendant les 9 premières semaines de la levée, réduit de 30 % les rendements de la culture.

V.C.3 Seuil économique

Il représente le niveau d'infestation au stade requis pour l'opération du traitement herbicide à partir duquel un désherbage devient rentable. Des seuils de nuisibilité économique sont déjà pratiqués pour quelques adventices annuels des céréales. C'est le cas de la folle avoine (*Avena fatua*) dont le seuil de nuisibilité est atteint avec 11 pieds/m², de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.) avec 3 pieds /m², la matricaire (*Matricaria recutita*) avec 4 pieds/m², ces seuils causent 5% de pertes de rendement à la récolte.

VI. Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les adventices se gère durablement en combinant les moyens mécaniques et agronomiques (travail du sol, faux semis, rotation...) et les interventions herbicides sur toutes les cultures de la rotation. Il est donc pertinent de s'y intéresser, de connaître la dynamique des populations d'adventices afin d'appréhender les risques et conséquences de leur présence mais aussi d'évaluer l'influence des pratiques culturales sur ces populations.

VI.1 Moyens préventifs

Les moyens préventifs de lutte contre les mauvaises herbes englobent toutes les mesures qui préviennent l'introduction et la prolifération des mauvaises herbes :

- Il est donc très important de connaître les activités qui favorisent l'entrée des mauvaises herbes et de lutter contre toutes les nouvelles espèces dès leur apparition.
- Nettoyage de l'équipement agricole avant de passer dans une autre parcelle.
- Empêcher la dissémination des mauvaises herbes en empêchant la phase de reproduction.
- La destruction des mauvaises herbes dans les fossés et à proximité des champs (Mccull et al., 2004).

VI.2 Méthodes culturales

La lutte culturale suppose le recours aux pratiques culturales ordinairement utilisées dans les cultures, en vue de favoriser la culture aux dépens des mauvaises

herbes concurrentes. Donc l'objectif vise le développement des cultures saines et vigoureuses qui peuvent soutenir une certaine concurrence (**Mccull et al., 2004**).

- ❖ Choix de terrains n'ayant pas eu de problèmes de mauvaises herbes ou ayant été nettoyés ;
- ❖ La bonne distance entre les plants et les rangs ;
- ❖ La fertilisation adéquate en temps opportun ;
- ❖ L'irrigation au bon moment.

VI.2.1 Le travail de préparation du sol

- Le labour, qui enfouit les mauvaises herbes et leurs semences, a un rôle nettoyant si la couche travaillée est suffisamment profonde.
- Le type de matériel joue un rôle déterminant : par exemple, les outils à disques favorisent la multiplication des espèces vivaces.
- Chaque fragment de rhizome ou de stolon, multiplié par sectionnement, donne une nouvelle plante, de même que chaque tubercule isolé de ses voisins.



Figure 5. Labour d'enfouissement des mauvaises herbes (**Alexandre, 2021**)

VI.2.2 L'implantation de la culture

- La fourniture de semences indemnes de graines de mauvaises herbes évite leur installation dans les parcelles.
- Semer une variété vigoureuse à port élevé, au feuillage recouvrant et à croissance rapide
- L'augmentation de la densité de semis est souvent préconisée pour réduire l'enherbement.

VI.2.3 Le paillage du sol (*mulch* ou *mulching*)

Protège le sol et limite la pousse des mauvaises herbes, cette technique de désherbage consiste à créer un environnement défavorable aux adventices en recouvrant le sol d'une couche de matériau, qui laissera passer l'air et l'eau mais privera les graines du sol de la lumière nécessaire à leur croissance.

On distingue plusieurs types de paillis :

- **Paillis organiques** : débris végétaux, copeaux de bois, les écorces de pin, les pailles de céréales...etc. Cette technique est l'approvisionnement en paille : il est nécessaire de prévoir au moins sept tonnes de paille pour couvrir une parcelle d'un hectare.
- **Paillis minéraux** : Pouzzolane, billes d'argiles, les débris de poterie. Ces paillages ne sont pas biodégradables
- **Paillis plastiques ou textiles** : Ils s'appliquent en toiles tendues sur le sol. Les films plastiques sont plus ou moins biodégradables et restent inesthétiques. Le paillage du sol au moyen de bâches plastiques est surtout employé en culture maraîchère ; il agit par ombrage et solarisation.



Figure 6. Cultures sous paillis : à gauche- Paillis plastique et à droite -Paillis organique (ITAB, 2012)

VI.2.4 Les plantes de couverture

- L'utilisation des plantes de couverture répond à deux priorités : la lutte contre l'érosion et la maîtrise de l'enherbement.
- L'utilisation de couvertures de graminées ou de légumineuses modifie assez profondément l'ensemble des composantes physiques, chimiques et biologiques de l'écosystème cultivé
- Une couverture permanente du sol réduit la prolifération des mauvaises herbes par effet d'ombrage, par la compétition pour les ressources du milieu et, aussi, par des effets allélopathiques.

VI.2.5 La rotation des cultures

La pratique de successions culturales sur une même parcelle permet de rompre les infestations des espèces difficiles à maîtriser, en diversifiant à la fois les conditions culturales et les moyens de lutte propres à chaque culture.

Une alternance de cultures ou de rotations au sein d'une même parcelle permet de diversifier la flore et d'éviter l'apparition d'espèces nuisibles, tandis une monoculture augmente le niveau d'infestation.



Figure 7. La rotation des cultures pour maîtriser les adventices (Terre-net Média, 2022)

VI.2.6 Le semis direct

Le semis direct est une technique très utilisée dans la lutte contre les adventices. Ce système de production consiste à semer les cultures dans un sol non travaillé. Aucune préparation du sol n'est effectuée avant le semis, pour ce fait, les semences doivent être directement placées sur les chaumes de la culture précédente dans des petits trous de profondeur et de largeur convenable.

VI.2.7 Le faux semis

Le faux-semis est une pratique culturale très efficace, qui sert à créer des conditions favorables à la germination des graines d'adventices stockées dans le sol, en travaillant la terre, comme si vous alliez réaliser un semis (décompacter et labour, et ensuite supprimer les mauvaises herbes dès qu'elles apparaissent). Le sol est alors

libéré d'une partie de ses herbes encombrantes, du moins le temps que se fassent les semis des plantes, Le faux semis se pratique généralement deux à trois semaines avant la date du vrai semis.

Décalage de la date de semis (retard de la date de semis)

Cette technique va permettre Faire lever les « mauvaises » herbes en dehors de la présence de la culture. Ce qui permet de détruire les mauvaises herbes à un moment où aucune culture n'est présente. Dans ce cas, leur destruction sera facilitée grâce à un éventail plus important de solutions disponibles : utilisation d'outils mécaniques ou d'herbicides.

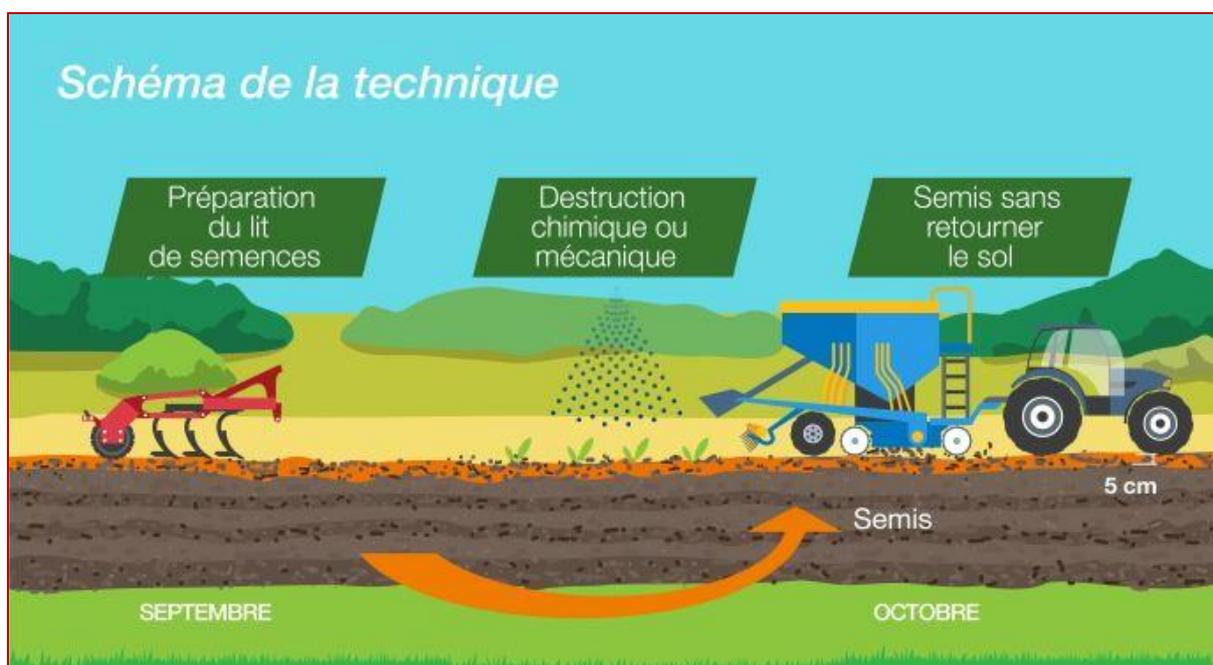


Figure 8. Schéma de la technique du faux semis (Anonyme, 2019)

VI.2.8 Fertilisation équilibrée

Une fertilisation bien équilibrée selon les besoins de la culture principale permet de favoriser sa croissance et de renforcer sa compétitivité contre les adventices. L'application d'engrais en bandes proches de la culture permet de favoriser la culture au détriment des mauvaises herbes.

VI.2.9 Compostage

L'épandage d'un fumier frais au printemps encourage souvent beaucoup les mauvaises herbes. La fraction d'azote rapidement disponible contenu dans le fumier et le fait que le fumier contienne lui-même des graines de mauvaises herbes font qu'il faut utiliser cette pratique avec prudence. Cela est particulièrement important pour le compostage de fumiers de chevaux et de ruminants (bovins, ovins et caprins) qui sont

riches en graines de mauvaises herbes à cause de l'alimentation à base de fourrages de ces animaux et de la litière de paille souvent employée. Il faut des conditions propices à un bon compostage de façon que l'andain chauffe suffisamment pour tuer les graines, soit plus de 55 °C.

VI.2.10 Gestion des pâturages

Dans les cultures pérennes, il est commun de faire pâturer des moutons et/ou des chèvres afin de réduire la croissance des adventices rampantes. Il est cependant vivement recommandées de protéger les troncs des arbres, car les chèvres enlèvent et mangent parfois leur écorce. Par conséquent, il est nécessaire d'alterner, si possible, le pâturage entre les troupeaux bovins et ovins/caprins.

Le bétail peut être utilisé dans le cadre d'un système de lutte biologique contre les mauvaises herbes.

- Les animaux d'élevage broutent les mauvaises herbes; mangent des mauvaises herbes, des paillettes et des détritiques sous forme de foin. Il faut alors composter le fumier pour réduire la viabilité des graines de mauvaises herbes.
- Les ovins et les caprins sont un excellent moyen de lutte contre le chardon des champs, l'euphorbe érule et d'autres mauvaises herbes.
- Les oies peuvent également constituer un excellent moyen de lutte contre certaines espèces de mauvaises herbes car elles sont sélectives dans leur quête de nourriture.

VI.3 Moyens mécaniques

La lutte mécanique désigne l'enlèvement physique des mauvaises herbes ou l'installation de barrières qui les empêchent de pousser. Elle comprend des méthodes comme le travail du sol, le désherbage à la main, le binage, le fauchage et les paillis...etc.

VI.3.1 Travail du sol

Le travail du sol permet d'arracher les mauvaises herbes du sol, de les enterrer, de les couper ou de les affaiblir en brisant les racines ou les parties aériennes. En général, plus elles sont jeunes et petites, plus les mauvaises herbes sont faciles à éliminer. Les espèces annuelles et bisannuelles sont généralement plus faciles à éliminer avec un travail du sol que les espèces vivaces. Les mauvaises herbes vivaces avec racines étendues et profondes ou avec rhizomes profonds sont plus difficiles à

éliminer que celles qui ont un système racinaire superficiel et moins étendu ou un rhizome peu profond.

VI.3.2 Le désherbage manuel et mécanique

VI.3.2.1 Désherbage à la main (manuel)

Le désherbage est la destruction des plantes indésirables ou de la limitation de leurs développements en empêchant la floraison ou l'apparition de semences.

Elle est une des plus vieilles méthodes de lutte contre les mauvaises herbes et la plus efficace contre les annuelles et les bisannuelles ou les jeunes plantes vivaces.

Pour détruire les vivaces établies, il faut enlever tout le système racinaire, ce qui n'est ni facile ni possible dans de nombreux cas. Toutefois, l'arrachage à la main des vivaces peut être efficace pour empêcher la production de graines.



Figure 9. Désherbage manuel (Stéphane, 2021)

VI.3.2.2 Désherbage mécanique

Le désherbage mécanique consiste à détruire les adventices en les déracinant ou en sectionnant leurs racines à l'aide d'un outil (bineuse). Le désherbage mécanique peut être l'une des solutions permettant de réduire les risques liés à l'utilisation de la méthode chimique.

Les objectifs de ces interventions sont doubles :

- ▶ Détruire les adventices pour éviter qu'elles ne concurrencent de manière trop importante la culture.
- ▶ Éviter leur montée à graines qui favorise le salissement futur de la parcelle et une augmentation du stock de semences indésirables dans le sol.

L'efficacité des outils de désherbage mécanique dépend du réglage des outils, du type et du stade des adventices, du type de sol et des conditions de sol au moment du passage mais aussi des conditions météo suivant l'intervention. Il présente aussi des avantages agronomiques reconnus ; de limiter le ruissellement par la destruction

de la croûte de battance, d'aérer et de niveler le sol, de réduire l'évaporation de l'eau, de positionner les fertilisants ou encore de favoriser la minéralisation de la matière organique.

Le choix des outils de désherbage mécanique s'effectue selon :

- ✓ les cultures et les itinéraires techniques associés,
- ✓ le type de sol (argileux, limoneux, argilo-limoneux, présence de cailloux ou débris végétaux),
- ✓ les populations d'adventices (espèces, annuelles ou vivaces, abondance),
- ✓ le stade de développement des adventices et des cultures.

Les outils peuvent être classés en trois en fonction de leur mode de travail : la herse étrille, la houe rotative, et la bineuse.



Figure 10. Les outils de désherbage mécanique (ITAB, 2012)

VI.3.3 Le fauchage

Le fauchage des adventices avant la montée à graine, Le fauchage sert surtout à limiter la production de graines ou à restreindre la croissance végétative au-dessus des cultures.

VI.4 La lutte chimique

La lutte chimique consiste en l'attaque directe des mauvaises herbes par l'utilisation de produits chimiques dit herbicides. Ceux contiennent des substances actives d'origine naturelle ou synthétique. Les herbicides peuvent être classés en se référant soit à l'effet obtenu, soit au mode d'action, soit à l'époque d'application. Plusieurs critères distinguent les différents types d'herbicides.

VI.4.1 Spécificité

- Un herbicide sélectif respecte certaines cultures et détruit certaines mauvaises

herbes de ces cultures ;

- Un herbicide total est susceptible de détruire ou d'empêcher le développement de toute la végétation, avec des persistances d'action variables.

VI.4.2 Mode d'action

- Un herbicide à pénétration racinaire s'applique sur le sol, il pénètre par les organes souterrains des végétaux (racines, graines, plantules) ;
- Un herbicide à pénétration foliaire s'applique sur le feuillage, il pénètre par les organes aériens des végétaux (feuilles, pétioles, tiges) ;
- Un herbicide de contact agit après pénétration plus ou moins profonde dans les tissus, sans aucune migration d'un organe à un autre de la plante traitée ;
- Un herbicide systémique est capable d'agir, après pénétration, par migration d'un organe à un autre de la plante traitée (**Tremel, 1990**).

VI.4.3 Époque de l'application

- Traitement de pré-semis : après la préparation du sol et avant le semis de la culture ; cela permet notamment l'incorporation des produits volatils ou photodégradables ;
- Traitement de post-semis : aussitôt après le semis ;
- Traitement de pré-levée : avant la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- Traitement de post-levée : après la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- Traitement de post-levée précoce : avant la levée de la culture, mais après celle des mauvaises herbes ; traitement associant un herbicide de pré-levée et un herbicide de post-levée.

VI.4.4 Type d'application

- Traitement en plein : sur toute la surface de la parcelle ;
- Traitement localisé : sur une partie du sol, de la culture ou des mauvaises herbes ;
- Traitement dirigé : traitement effectué avec un herbicide non sélectif, en protégeant la plante cultivée lors de l'application.

VI.4.5 Conditions pour réussir une application

- Choisir le bon produit ;
- Alternier les produits de modes d'actions différents ;
- Respecter les doses d'application ;

- Rester prudent lors de mélanges d'herbicides et d'autres types de produits ;
- Intervenir au moment préconisé (lorsque les adventices annuelles sont jeunes) ;
- Utiliser des appareils adaptés ;
- Vérifier régulièrement l'étalonnage des appareils ;
- Préparer convenablement la bouillie ;
- Bien maîtriser la technique d'application ;
- Ne pas négliger les précautions d'emploi et les risques de toxicité ;
- Prendre garde aux cultures suivantes (Rémanence des produits).

VI.4.6 La résistance aux herbicides : qu'est-ce que c'est ?

Une plante adventice résistante, c'est une plante qui ne peut être contrôlée par un herbicide qui a pourtant été appliqué dans des conditions optimales (dose, stade et conditions d'application). Ce caractère « résistant » se transmet à la descendance de cette plante, qui peut se reproduire à son tour.

Des individus résistants sont naturellement présents dans la nature, indépendamment de l'application ou non d'herbicide. Plusieurs mécanismes complexes expliquent cette résistance (mutation, détoxification).

VI.4.6.1 Comment savoir s'il y a de la résistance dans une parcelle ?

Il faut d'abord s'assurer que le programme de désherbage a été bien mis en œuvre (produit et dose reconnus pour être efficace sur l'espèce en question, stade de l'adventice et conditions climatiques optimales lors de l'application). Si on constate une faible efficacité, d'autant plus si celle-ci est répétée dans le temps sur la même parcelle, il y a une forte probabilité de résistance. Dans ce cas, des tests réalisés au laboratoire (sur graine ou sur plante) confirmeront la présomption (**Tremel, 1990**).

VI.4.6.2 Comment limiter la résistance ?

Les facteurs qui amplifient la résistance sont bien connus : utilisation répétée des mêmes familles de produit herbicides sur la même parcelle, souvent à dose réduite, simplification des systèmes (rotation courte, travail du sol réduit, programme de désherbage simplifié...), forte pression d'adventices. Les leviers à actionner pour limiter le phénomène de résistance en découlent directement :

- Diversifier les moyens de lutte agronomique (labour occasionnel, éviter les semis précoces, faux-semis, rotations plus longues et alternance de cultures hiver-printemps...).
- Maintenir l'objectif de 100 % d'efficacité des programmes de désherbage (conditions de mise en œuvre des herbicides, rattrapage si nécessaire,

désherbage mécanique, faux-semis et désherbage dans l'interculture, sol propre au semis...).

- Diversifier les herbicides utilisés pour alterner les modes d'actions (produits racinaires et foliaires).

VI.5 Autres pratiques pour lutter contre les adventices

VI.5.1 Moyens biologiques

La lutte biologique contre les mauvaises herbes est l'utilisation délibérée des ennemis naturels d'une mauvaise herbe cible pour en réduire la population à un niveau acceptable. Elle consiste habituellement à utiliser des insectes ou des agents pathogènes. Ceux-ci combattent spécifiquement une mauvaise herbe mais non les autres mauvaises herbes ou les plantes cultivées.

La lutte contre les adventices à l'aide du biocontrôle peut être réalisée par différents moyens :

- Au niveau de l'habitat, profitant naturellement des prédateurs de graines de mauvaises herbes ou des bactéries. Ex (des Carabidés, pourraient contribuer à limiter le stock semencier des adventices) ;
- Par l'utilisation de moyens biologiques : mycoherbicides et auxiliaires ;
- Par allélopathie et substances naturelles.

Excepté l'utilisation de substances naturelles, ces techniques sont en cours d'étude.

L'utilisation de mycoherbicides et d'auxiliaires est restée limitée à certains pays du fait d'un manque d'efficacité de ces outils mais aussi de la spécificité de la lutte qui vise essentiellement une espèce et qui donc ne gère pas les compositions floristiques diversifiées fréquentes dans nos contrées.

Pour lutter contre les adventices des cultures ou les plantes envahissantes, certains organismes auxiliaires phytophages peuvent être utilisés. Les auxiliaires, comme les insectes de la famille des Carabidés, pourraient contribuer à limiter le stock semencier des adventices et ainsi représenter une méthode préventive de lutte. Il existe aussi certaines rhizobactéries qui ont la capacité de réduire ou inhiber la croissance des adventices par la sécrétion de toxines. Bien qu'elle permette la diminution du recours aux herbicides par les collectivités ainsi que la lutte contre les espèces végétales envahissantes dans les zones difficiles d'accès, cette méthode est peu adaptée pour le désherbage en agriculture qui exige de la réactivité.

Les mycoherbicides sont des préparations à base de champignons (spores, mycélium,...) provoquant une maladie spécifique qui permet de lutter contre les adventices avec un spectre d'action souvent limité voire spécifique. Ils s'appliquent au champ sous la forme de suspensions pulvérisées. Certaines plantes à propriétés allélopathiques peuvent être utilisées comme des bio-herbicides contre certaines adventices. Il est également possible d'utiliser des substances naturelles comme la farine de gluten de maïs par exemple. Ainsi, l'acide nonanoïque ($C_9H_{18}O_2$), obtenu par extraction végétale, déstructure la cuticule des adventices, entraînant la perméabilisation des cellules. Ceci engendre une déshydratation quasi immédiate des tissus, avec effet visible dans les 2 heures qui suivent l'application. Ces produits sont utilisables pour le désherbage de la vigne, l'épamprage de la vigne et le défanage de la pomme de terre.

VI.5.2 La solarisation

Une méthode développée en Californie s'avère efficace pour la stérilisation des sols et peut détruire une bonne partie des graines d'adventices en plus de détruire les nématodes et certains types de bactéries et d'insectes. Elle consiste à élever la température du sol ($> 70^\circ C$) pendant une durée assez longue (> 45 jours) pour détruire certains champignons pathogènes présents dans le sol, ainsi que les graines de plantes adventices. Sur un sol préparé et humidifié, un paillage plastique transparent permet d'élever la température. L'eau stockée dans le sol assure la transmission de la chaleur en profondeur par conduction.

VI.5.3 Le désherbage thermique

Les adventices sont détruits non pas par combustion mais par choc thermique : l'exposition à des températures élevées cause des dommages aux cellules végétales des parties atteintes (parties aériennes), ce qui conduit à leur dessèchement à brève échéance (de l'ordre de quelques jours). Il n'est donc pas nécessaire de « brûler » les plantes. En revanche, la technique ne tue pas les racines et maîtrise difficilement certaines plantes à port rampant ou les pérennes et vivaces par exemple. Le désherbage thermique peut être réalisé à l'aide d'appareils à flamme directe ou à infrarouge (les plus répandus), mais aussi par projection de vapeur ou d'eau bouillante.

Conclusion

Les adventices sont toutes les plantes non semées par l'agriculteur dans le champ cultivé, comprenant aussi bien des espèces sauvages que des repousses des cultures précédentes. Les adventices sont considérées comme le bio-agresseur le plus nuisible parce qu'elles sont en compétition continue avec les cultures pour la lumière, l'eau, l'espace et les nutriments et peuvent donc, si elles ne sont pas suffisamment contrôlées, être à l'origine de pertes de rendement conséquentes. La lutte contre les mauvaises herbes, ou plutôt la gestion à long terme de l'enherbement d'une parcelle dans un contexte agro-écologique donné représente l'un des principaux enjeux permettant la durabilité de systèmes de production.

La mise en place de cette gestion nécessite une connaissance approfondie de ces enherbements, notamment de leur composition floristique, de leur diversité spécifique, et de l'écologie et la biologie des espèces qui les composent.

Actuellement, la lutte chimique ne peut plus être l'unique moyen de gestion des adventices pour limiter les infestations de mauvaises herbes et minimiser la concurrence. Il faut d'abord envisager la lutte contre les plantes adventices par des méthodes non chimiques. Le recours aux herbicides, dont le rôle est évidemment essentiel, ne devrait se faire que lorsque les autres possibilités de lutte phytotechnique ont été épuisées et ceci, bien entendu, dans un contexte économique bien défini.

Références bibliographiques

- 📖 **AGROTRANSFERT, 2016.** Fiches_biologie_et_moyens_de_gestion_des_adventices_vivaces_sans_herbicides-agriculture_biologique. In : [en ligne]. 2016. [Consulté le 12 février 2022]. Disponible à l'adresse : http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2016/03/Fiches_biologie_et_moyens_de_gestion_des_adventices_vivaces_sans_herbicides-agriculture_biologique.pdf.
- 📖 **ALEXANDRE, 2021.** Faire un faux-semis pour lutter contre les adventices. In : [en ligne]. Le 06 Aout 2021. [Consulté le 09 Janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blog.spotifarm.fr/tour-de-plaine-spotifarm/faux-semis-pour-lutter-contre-les-adventices>
- 📖 **ANONYME, 2019.** Lutte contre l'enherbement, le travail du sol, meilleur allié contre les adventices. <https://www.terre-net.fr/partenaire/resultats-herbinnov-2018/article/le-travail-du-sol-meilleur-allie-contre-les-adventices-2921-151347.html>
- 📖 **BARRALIS G., 1984.** Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. Cultivar, spécial désherbage, 178 : 16-19.
- 📖 **BELAID D., 1990.** Eléments de phytotechnie générale Ed. O.P.U, Alger, PP154-157.
- 📖 **CAUSSANEL J.P. 1988.** Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. Agronomie (1989) Elsevier /INRA, 219-240.
- 📖 **FAVRELIÈRE, E., 2019.** Gestion des adventices vivaces en Agriculture Biologique. In : Agro Transfert [en ligne]. 2019. [Consulté le 14 Février 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2019/10/Gestion-des-adventices-vivaces-en-AB-oct-19.pdf>.
- 📖 **HALLI L., ABAIDI I., HACENE N., 1996.** Contribution à l'étude phénologique des adventices des cultures dans les stations INA (céréales), de l'ITGC (légumineuses) et de l'ITCMI (pomme de terre). Mém. Ing. INA. Alger, 86p + annexes.
- 📖 **HAMADACHE A., 1995.** Les mauvaises herbes des grandes cultures. Biologie, écologie, moyens de lutte, ITGC. 55p.
- 📖 **ITAB, 2012.** Désherber mécaniquement les grandes cultures. http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure_culture-web.pdf
- 📖 **MCCULLY K., TREMBLAY R., CHIASSEON G., 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau Brunswick (MAPANB), 15p.
- 📖 **MELAKHESSOU Z., 2007.** Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la cultures du pois chiche d'hiver (*Cicer arifinum* L.) variété ILC 3279 .cas de *Sinapis arvensis* L .Mémoire de magister .Université El hadj Lakhdar de Batna, 72 p.
- 📖 **MELAKHESSOU Z., 2020.** Etude de l'effet des mauvaises herbes sur les caractéristiques morphologiques, agronomiques, et leurs pouvoirs allélopathiques sur blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mém de Doct Sci. Agro. Univ-Mohamed Khider – Biskra, 158p.

- 📖 **OUFROUKH F. & HAMADI M., 1993.** Maladies et ravageur des céréales. Brochure .Ins. Nat.Agro.El-harrach.13p.
- 📖 **RAHALI A., MAKHLOUF M., BENKHERBACHE N., 2011.** Influence de l'itinéraire technique sur le stock semencier de mauvaises herbes de la zone semi-aride de Sétif. In : Bouzerzour H. (ed.), Irekti H. (ed.), Vadon B. (ed.). 4. Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct. Zaragoza : CIHEAM / ATU-PAM / INRAA / ITGC / FERT. p. 153-162 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96)
- 📖 **SAFIR A., 2007.** Approche phénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza.73p.
- 📖 **STEPHANE, 2021.** Désherber : comment enlever les mauvaises herbes naturellement. [en ligne]. 7 mai 2020. [Consulté le 28 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://comptoir.bricozor.com/enlever-mauvaises-herbes.html>
- 📖 **Terre-net Média, 2022.** La rotation, un levier essentiel pour gérer les adventices en limitant le labour. Arvalis-Institut du végétal, [en ligne]. 23 février 2022. [Consulté le 27 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturale/strategie-technique-culturale/article/la-rotation-un-levier-essentiel-pour-gerer-les-adventices-en-limitant-le-labour-217-206004.Html>
- 📖 **THERON A., 1964.** Botanique classe de 2eme M coll. Science Naturelles., Bordas, France, 287p.
- 📖 **TREMEL L. 1990.** Lutte contre les mauvaises herbes. Service de la Protection des Végétaux, 13p
- 📖 **ZEMMALI M A., 2019.** La flore adventice associée aux grandes cultures dans la région de Guelma. Mém de Mas Sci. Agro. Univ- 8 Mai 1945 Guelma– 86p + Annexes.

Annexes

La flore adventice associée aux grandes cultures (Zemmali, 2019) :

N°	Espèce	Nom vernaculaire	Photo
01	<i>Narcissus tazetta L</i>	Le narcissse à bouquet	
02	<i>Bromus rigidus Roth</i>	Brome rigide	
03	<i>Bromus sterilis L.</i>	Brome stérile	
04	<i>Bromus rubens L</i>	Brome rougeâtre	
05	<i>Hordeum murinum L.</i>	L'orge des rats	

06	<i>Hordeum vulgare</i>	L'orge	
07	<i>Avena sterilis L</i>	Folle avoine	
08	<i>Lolium multiflorum Lam</i>	Ray grass	
09	<i>Triticum aestivum</i>	blé tendre	

10	<i>Sinapis arvensis</i> L	La moutarde des champs	
11	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Le coquelicot	
12	<i>Gallium aparine</i> L.	Gaillet gratteron	
13	<i>Malva nicaeensis</i>	La mauve de Nice	
14	<i>Lavatera trimestris</i> L.	La lavatère à grandes fleurs	

15	<i>Fallopia convolvulus</i>	Renouée faux liseron	
16	<i>Silybum marianum (L.)</i>	Le chardon de Marie	
17	<i>Echinops strigosus L.</i>	L'oursin trapu	
18	<i>Chamaemelum fuscatum</i>	La camomille précoce	
19	<i>Anacyclus maroccanus Ball</i>	L'anacycle marocain	

20	<i>Sonchus oleraceus</i> L	Le laiteron maraîcher	
21	<i>Borago officinalis</i> L	La bourrache officinale	
22	<i>Torilis nodosa</i> L	Le torilis glomérulé	
23	<i>Bifora testiculata</i> (L.) Roth	La petite coriandre	
24	<i>Convolvulus arvensis</i> L	Le liseron des champs	

25	<i>violette de rivinus</i>	Viola riviniana	
26	<i>Veronica persica</i>	Véronique commune	
27	<i>Veronica hederifolia L</i>	Véronique à feuilles de lierre	
28	<i>Beta vulgaris L</i>	bettes à carde	
29	<i>Euphorbia helioscopia L</i>	L'euphorbe réveil matin	

30	<i>Gladiolus segetum</i> Ker-Gawl	Le glaïeul des moissons	
31	<i>Diploaxis erucoides</i> L.	Diploaxis fausse roquette	
32	<i>Sherardia arvensis</i> L.	La shéardie des champs	
33	<i>Carduus pycnocephalus</i> L	Le chardon à têtes serrées	

34	<i>Calendula stellata</i>	Le souci d'Algérie	
35	<i>Fumaria capreolata</i>	La fumeterre	
36	<i>Medicago scutellata L</i>	La luzerne	
37	<i>Lysimachia arvensis</i>	mouron des champs	