

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

CIBLES BIOLOGIQUES DE 26 METHODES CULTURALES
DE LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DANS LE CYCLE D'UNE CULTURE.

D. CHICOUENE

13 Kerbeneuc, 22250 Lanrelas, France, daniel.chicouene(a)orange.fr
(ou Arbiotech, rue de Saint-Brieuc, 35590 Saint-Gilles)

RESUME

La compilation proposée sert à comparer 26 couples de types de pratiques culturales (autres que les rotations) et de leur (-s) cible (-s) biologique (-s) ; ils proviennent de la bibliographie (en particulier des traités de désherbage) et d'observations personnelles. Ces cibles sont décrites par comparaison à la culture de la phénologie, de caractères morphologiques, écologiques ou physiologiques. Pour 21 pratiques, des inconvénients ou dilemmes (à savoir les mauvaises herbes favorisées en opposition aux cibles) sont explicités ; 8 de ces pratiques correspondent à des descripteurs comportant 2 états extrêmes dont les cibles et les inconvénients tendent à s'inverser 2 à 2 (ex. dates de semis avancées ou retardées par rapport à l'optimum phytotechnique en climat saisonnier). Les mauvaises herbes mimantes en particulier sont ciblées par différents types de pratiques. La discussion porte sur les spectres de cibles et leurs niveaux d'efficacité probable.

Mots-clés : malherbologie, cycle biologique, pratique culturale, sélectivité, spectre d'efficacité.

ABSTRACT

BIOLOGICAL TARGETS FOR 26 CULTIVATION METHODS USED FOR WEED CONTROL IN A CROP CYCLE

The proposed compilation has the purpose of comparing 26 sets of cultivation method types (other than crop rotations) and their biological target(-s) ; they originate from the bibliography (particularly weed management textbooks) and from personnel observations. The targets are described by comparing their phenological, morphological, ecological or physiological characteristics with those of the crops. Drawbacks or dilemmas (in particular, other weeds encouraged instead of the target species) are detailed for 21 of the methods ; 8 of these practices correspond to descriptors that have 2 extreme states for which the targets and drawbacks tend to negate each other in pairs (e.g. earlier or later sowing dates with respect to the phytotechnical optimum within the seasonal climate). In particular, crop mimic weeds are targeted by various cultural means. The discussion concerns the relationships between the target spectra and their probable levels of effectiveness.

Keywords: weed science, biological cycle, cultural practice, selectivity, spectrum of effectiveness.

INTRODUCTION

Des méthodes culturales de lutte sont citées dans 48 des 51 traités de désherbage en anglais comparés par Chicouène (2013). Globalement, elles représentent environ 1/10 des pages consacrées aux méthodes de lutte dans cet ensemble de littérature. L'ouvrage de Singh & al. (2006), consacré au "désherbage durable", se distingue par 7 chapitres sur ces méthodes culturales ; ces auteurs citent en tout 7 pratiques culturales, en développant surtout les couverts végétaux et en réservant 2 chapitres aux rotations. Il est à noter que les rotations culturales (qui sont les pratiques culturales les plus rencontrées dans les ouvrages précités) reposent sur le principe de comparaison entre eux des cycles de cultures se succédant ; elles ont leurs propres cibles générales de diaspores (organes de dissémination, multiplication et/ou conservation) à vie plus courte que la rotation et de phénologie comparativement aux cultures (respectivement Chicouène 2006 et 2007a). Plus simplement, dans une approche à plus court terme, il faut au moins considérer toutes les interventions connues ou réalisables à l'échelle d'un seul cycle cultural.

Les traités de désherbage évoqués suggèrent chacun plusieurs pratiques. Les sélectivités de ces dernières sont peu abordées en général : Brenchley (1920), Muenscher (1935), etc. proposent seulement des listes sommaires de taxons pour quelques pratiques.

Par ailleurs, quelques désagréments globaux des méthodes culturales sont évoqués par Singh & al. (2005 : fig.1.1). Par pratique, ces renseignements sont rares. Muenscher (1935 : 66) note ainsi que le mulch est inefficace sur les repousses végétatives de *Convolvulus arvensis*. Pour les dates d'implantation des cultures par exemple, la situation est plus complexe : en culture d'automne, des semis précoces sont préconisés contre *Avena fatua* (qui lève surtout en hiver et début de printemps) dans diverses références de la synthèse de Cussans & al. (1976 : 138) ; à l'inverse les semis d'automne tardifs limitent des taxons comme *Alopecurus myosuroides* (cf. modèle de Colbach & Mezière, 2013) ; par contre, en culture de printemps, les semis tardifs servent contre *Avena fatua* (cf. Cussans & al., 1976 : 133). D'autres divergences de réponses de mauvaises herbes vis-à-vis de pratiques culturales sont évoquées dans l'ouvrage de vulgarisation de Bernard & al. (2013).

En dehors des rotations, la bibliographie fournit donc surtout une liste de pratiques culturales, parfois des exemples de taxons concernés, mais guère leurs cibles biologiques (au sens de la sélectivité biologique définie par Chicouène, 2009) ; de même, les informations sur leurs éventuels revers du point de vue de la malherbologie s'avèrent éparses. Ces constats incitent à définir au mieux les types de spectres d'action et les points faibles des principales méthodes culturales afin de cerner leur place possible dans la gestion des mauvaises herbes.

Aussi toute compilation de pratiques culturales destinée à une lutte contre les mauvaises herbes a intérêt d'être complétée par l'explicitation des cibles générales de chacune d'elle ; en même temps, leurs limites théoriques d'efficacité sont à envisager. La présente démarche consiste à examiner l'itinéraire cultural afin d'en proposer des descripteurs adaptés à une formalisation de cibles de mauvaises herbes considérées via leurs cycles biologiques. Le but est de proposer une typologie des couples pratiques-cibles y compris leurs éventuels inconvénients. Cette mise au point concerne seulement les cultures assolées, pas les prairies.

METHODOLOGIE

Bien que le sujet complexe des successions culturales soit exclu, une présentation de la terminologie restante va succéder à celle des données prises en compte.

Les données

La synthèse rassemble une bibliographie et des observations personnelles.

-La littérature mondiale sélectionnée comporte en particulier les traités de désherbage présentés par Chicouène (2013). Par ailleurs, une bibliographie sur des mauvaises herbes très nuisibles est citée à divers titres. Faute de place suffisante, les tableaux I à III comportent des références de synthèses (sans rappel de date ~~faute de place suffisante~~), généralement limitées à celles comptant le plus de bibliographie.

-Les observations de terrain (relatées entre crochets dans les tableaux I à III) proviennent de diverses régions tempérées de France, essentiellement d'essais personnels en pratiques agricoles pendant quelques décennies en zone océanique (Bretagne). Les interprétations sont parfois à la limite du dire d'expert, en particulier pour les inconvénients. Des exemples de taxons parmi les plus nuisibles et les plus fréquents sont choisis dans les parcelles suivies, c'est-à-dire en climat tempéré.

La terminologie retenue

Les notions de sélectivités biologiques vs. non biologiques suivent les définitions adoptées par Chicouène (2009).

Les méthodes culturales analysées se rapportent aux pratiques directement liées à l'exploitation de caractéristiques du cycle cultural vis à vis de la future récolte ; il est fait abstraction d'éléments se rapportant exclusivement aux successions ou rotations culturales. La parcelle est considérée avec un salissement donné au moment du raisonnement qui est destiné à éviter la nuisibilité des mauvaises herbes présentes.

Il s'agit de pratiques classées comme méthodes culturales ou non dans certaines références : pour plusieurs auteurs, le sujet est classé au moins en partie dans la prévention. Il y a en effet des recouvrements de notions avec les échelles de raisonnement des stratégies préventives et curatives telles qu'elles sont présentées par Chicouène (2000). Les transitions avec d'autres méthodes de lutte comportent diverses nuances. Les brûlis (pouvant être inclus dans les méthodes thermiques) et le compostage sont exclus, de même que l'arrangement spatial des cultures et les cultures associées (qui sont parfois classées avec les méthodes biologiques).

RESULTATS & DISCUSSION

Les données sont réparties dans les tableaux I à III. Dans chacun d'eux, les pratiques sont énumérées en première colonne où leur ordre suit le cycle cultural ; les cibles correspondantes sont en deuxième colonne. Les tableaux II et III notamment comportent les séries de données pour lesquelles des limites ou inconvénients sont explicités (en troisième colonne). Le tableau III a la particularité d'exposer les pratiques ayant 2 états extrêmes.

Listes & avantages des cibles

Cette partie concerne spécialement la 2ème colonne des tableaux I à III.

Tableau I : Pratiques culturales à action simple, sans inconvénients du point de vue de la malherbologie. <i>Table I : Cultural practices with simple action without drawbacks from the stand point of weed science.</i> Légende : mh = mauvaises herbes.		
pratiques, descripteur cultural	avantages, cibles	inconvénients éventuels, limites possibles
1) tri poussé des lots de semences ; Muenscher : 18, 54	(Upadhyaya & al. : 3-4) ; -mimantes ; -nouvelles sp (ou nouveaux gènes, en particulier ceux de résistance à des herbicides) dans la parcelle* disséminés par des lots de semences	-
2) nettoyage d'outils de travail du sol ou de récolte ; Brenchley : 44 ; Muenscher : 55 ; Robbins : 63	(Upadhyaya & al. : 4-6 ; Singh & al. : 644-6) ; réduit l'introduction de taxons ou gènes nouveaux dans une parcelle (ou y ayant été éradiqués)*	
3) espacement des rangs de culture (Walia : 91)	optimiser l'étouffement des plantules ou des levées tardives héliophiles	(limite le binage des inter-rangs devenus trop étroits)

4) culture plus courte que des mauvaises herbes (au moins à certains stades)	-opportunité de repérage visuel de mh hautes à faible densité pour leur destruction localisée [ex. <i>Avena fatua</i> et <i>Arrhenatherum bulbosum</i> en blé, <i>Datura</i> en betteraves] -application de méthode sélective sur la hauteur (contact avec rampe électrique ou imbibée d'herbicide, écimeuse) si densité-fréquence élevé	(les individus versés ou nanifiés (par densité de végétation, carence, régulation biologique) ne dépassent pas forcément la culture)
5) menues pailles éliminées	réduit l'apport au sol de certaines mimantes ou de certains résidus de cultures	(réduit la nourriture de régulateurs consommateurs de graines)

* cibles communes à 2 pratiques.

pratiques, descripteur cultural	avantages, cibles	inconvénients, limites
1) changer la physico-chimie du sol (amendements (pH <i>in</i> Altieri :218) ; fertilisation <i>in</i> Fryer & al. : 8-10 ; drainage ; irrigation-inondation <i>in</i> Walia : 93, King : 408) pour l'adapter, par ex., au blé	-acidophiles et frugales par amendements et fertilisation (Brenchley : 68-69 ; Robbins : 51-2) ; -fertilisation azotée contre légumineuses (Robbins : 127) ; -hygrophiles par drainage (Muenscher : 65, 128 ; Altieri : 218)	Singh & al. : 865 ; fertilisation azotée (Long : 42 ; Altieri : 219) et potassique (Altieri : 219) ; favorise des mauvaises herbes importantes de la culture recherchée [ex. du blé : <i>Elymus repens</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Alopecurus myosuroides</i>]
2) fertilisation localisée (Walia : 92 pour limiter l'accès de mauvaises herbes aux nutriments) (Upadhyaya & al. : 38-9)	ex. en maïs, les frugales sont exclues du rang [ex. <i>Glyceria declinata</i>]	favorise des levées de nitrophiles [type <i>Atriplex sp.pl.</i>] sur le rang
3) couverts pendant toute une interculture (Singh : 29)	limitation de levées ou du développement de plantules héliophiles	obstacle à la lutte mécanique contre des pérennes vigoureuses ; [ex. : - <i>Cirsium arvense</i> en interculture d'été - <i>Arrhenatherum bulbosum</i> en interculture d'hiver]
4) faux-semis (Walia : 93)	levées précoces, rapides, préalables à la culture	levées lentes (ex. origine profonde, surtout d'organes végétatifs) sortent plus tôt dans la culture [ex. <i>Arrhenatherum bulbosum</i> en culture d'automne]
5) mulch (Muenscher : 66 ; (Upadhyaya & al. : 148-9 ; Walia : 93)	petites plantules	Muenscher : 66, pour repousses végétatives de <i>Convolvulus arvensis</i> Smith & al. : 419 pour levées de certains <i>Bromus</i> ; laisse les grandes plantules (vigoureuses, traversant facilement le mulch [ex. repousses de <i>Cirsium arvense</i> , <i>Elymus repens</i>]

6) densité de semis élevée (Robbins : 129-31 ; Upadhyaya & al. : 23-4, 36-8 ; Walia : 91)	augmente la concurrence de la culture vis-à-vis d' <i>sp.</i> sensibles, (héliophiles ?)	(sélectionne des mauvaises herbes plus concurrentielles vis-à-vis de cette culture)
7) semis sous couvert étouffant (ex. gélib en implantation de fin d'été)	plantules héliophiles petites*	empêche la lutte mécanique (ex. pour détruire des organes végétatifs)
8) semis avec désherbage précoce au printemps (ex. en maïs)	limite les plantules précoces et leur couvert	facilite les levées retardées de thermophiles en cultures de printemps (ex. <i>Amaranthus sp.pl.</i>)
9) cultures étouffantes ; recouvrement de la culture ou du couvert (Muenscher : 65 ; Walia : 92 entre cv. de blé ; Robbins : 124, 132-4 ; liste de cultures avec cv. diversement compétitifs et mécanismes, in Smith & al. : 285-96)	plantules héliophiles petites*	efficacité parfois nulle contre plantules sciaphiles (dont des grimpanes hautes si culture haute)
10) cultures sarclées traditionnelles (tout en lutte mécanique dans la culture) (Brenchley : 49)	(valable surtout pour diaspores à vie courte dans le cadre de la rotation ; Chicouène 2006, 2007a)	peut laisser la place aux stolonifères (en particulier celles enracinées sur le rang au moment du binage) en conditions pédo-climatiques humides [ex. <i>Agrostis stolonifera</i>]
<u>récolte précoce de plusieurs semaines :</u>	anticiper le développement tardif d'individus très nuisibles	-
11) moisson : orge d'hiver vs. triticale tardif (anticiper le choix de la culture (espèce, précocité du cv.) pour pouvoir atteindre une maturité suffisante)	anticipe le recouvrement de la culture par pousses estivales [ex. de <i>Calystegia sepium</i>]	peut favoriser la reproduction dans les éteules si pas de déchaumage ou d'implantation de nouvelle culture
12) ensilage vs. moisson de céréales	Cussans & al. : 128 ; empêcher la formation d'un stock de diaspores de : -nombreuses mauvaises herbes (surtout les hautes lors de la coupe) à maturité estivale -dont mimantes	peut favoriser la reproduction dans les éteules si pas de déchaumage ou d'implantation de nouvelle culture, en particulier des stolonifères passant sous la faucheuse
13) pommes de terre (anticiper le choix de précocité de récolte (culture à cycle court, récoltée avant maturité de la peau = en "nouvelles", non conservées)	-anticipe des dégâts de rhizomes de chiendents [diverses espèces] sur tubercules ; -anticipe l'envahissement aérien perturbant la récolte [ex. <i>Calystegia sepium</i> risquant de provoquer des bourrages d'axes rotatifs d'arracheuses]	libère le sol tôt d'où risque de continuation du cycle de mauvaises herbes non gênées par la culture

* cibles communes à 2 pratiques dans le tableau.

Tableau III : Pratiques culturales à couples d'états-effets extrêmes (inversés du point de vue de la malherbologie). *Table III : Sets of cultivation practices that have extreme states or impacts that tend to negate each other from the standpoint of weed science.*

descripteur cultural, pratiques	avantages, cibles	inconvénients, limites
1) <u>date de semis en climat</u> : <u>saisonnier</u> :		
1a) semis précoce (surtout culture différente ou pénalisée en fin de cycle)	le couvert défavorise les <i>sp.</i> à levées tardives (héliophiles...) défavorisée par le couvert ou par le délai / perturbation du sol ; [-ex. en culture d'automne : <i>Avena fatua</i> (Cussans : 138), <i>Polygonum aviculare agg.</i> , <i>Cirsium arvense</i>) -en culture de printemps : des levées thermophiles (<i>Amaranthus sp.pl.</i>)]	favorise des <i>sp.</i> à levée précoce ou à développement végétatif conséquent en même temps que le début de celui de la culture ; ex. -en culture d'automne : <i>Alopecurus myosuroides</i> , -en culture de printemps : <i>Avena fatua</i> (Cussans : 133)
1b) semis tardif (culture différente ou pénalisée par un cycle plus court ou exposé à conditions stressantes)	éviter des <i>sp.</i> à levée uniquement précoce ou à développement végétatif si levée tardive ; [ex. -en culture d'automne : <i>Alopecurus myosuroides</i> -en culture de printemps : <i>Avena fatua</i> (Cussans : 133)]	-favorise les <i>sp.</i> à levées tardives héliophiles, [ex. -en culture d'automne, <i>Polygonum aviculare agg.</i> ou <i>Cirsium arvense</i>) -en culture de printemps, des thermophiles (<i>Amaranthus sp.pl.</i>)]
2) <u>hauteur de culture</u> :		
2a)-culture haute (ex. seigle, colza, blé noir, chanvre)	étouffe plus ou moins les naines héliophiles	favorise les grimpantes hautes [ex. <i>Galium aparine</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Vicia sp.pl.</i>]
2b) culture basse (orge de printemps, betterave)	-défavorise les grimpantes hautes - et cf. tableau I.4	favorise les naines héliophiles [ex. <i>Agrostis stolonifera</i>]
3) <u>date de moisson</u> : Cussans : 128		
3a) récolte anticipée de quelques jours à la moissonneuse	réduit l'apport au sol de diaspores caduques à la pleine maturité de la culture [ex. <i>Avena fatua</i> en orge]	humidité et contamination du lot récolté [par <i>Avena fatua</i> au stade laiteux]
3b)récolte retardée de quelques jours à la moissonneuse	lot récolté plus pur et plus sec car les diaspores visées sont majoritairement tombées au sol [ex. <i>Avena fatua</i> en blé]	apport au stock du sol des mauvaises herbes visées en colonne précédente
4) <u>hauteur de coupe</u> :		
4a) coupe haute (moins de paille à passer dans la moissonneuse-batteuse)	limite l'entrée dans la MB (ou blocage de scie) de plantes naines [ex. <i>Polygonum aviculare agg.</i>]	apport au stock du sol
4b) coupe rase avec releveurs d'épis (beaucoup de paille encombrant la moissonneuse-batteuse)	peut éviter l'apport de diaspores au sol, juste mûres, surtout -mimantes [ex. <i>Bromus secalinus</i> versé] - naines [<i>Polygonum aviculare agg.</i> en B.T.H.]	augmente la contamination du lot récolté

Statistiques sur les relations entre pratiques et cibles : (cf. tableau IV)

Pour 21 pratiques (sur les 26 des tableaux I à III) correspond une cible biologique propre, unique. Très peu de pratiques se voient attribuer au moins 2 types de cibles (cf. tableau IV, colonne "cibles multiples"). A l'inverse (colonne suivante de ce tableau IV), quelques ressemblances de cibles apparaissent, en particulier contre certaines mimantes (c'est-à-dire cultivées involontairement via leur contamination préférentielle de lots de semences) comme *Bromus secalinus* (contaminant des céréales à paille) avec 6 cas évidents répartis dans chacun des tableaux I à III (I.1 à I.4, II.10, III.4b). Certaines de ces pratiques présentent des efficacités partielles et complémentaires entre elles vis-à-vis d'une telle mauvaise herbe ; ainsi la coupe rase (avec releveurs d'épis pour récolter jusque les infrutescences versées) peut être accompagnée d'une part de la suppression des menues pailles (contenant les caryopses les plus petits) qui joue sur le compartiment du stock au sol (évité), d'autre part du tri des lots de semences qui élimine la partie se retrouvant dans la trémie de la batteuse (à savoir les plus gros caryopses). Ainsi, les statistiques présentées au tableau IV intègrent des unités quelque peu hétérogènes ; les différences de niveaux de spectres et d'efficacité sont traitées plus loin.

Tableau IV : Effectifs de types de correspondances entre pratiques culturales et cibles biologiques de mauvaises herbes.

Table IV: Numbers of correspondance types between cultivation practices and biologically targeted weeds.

	nb. de pratiques	nb. de pratiques à cibles multiples	couples de cibles id.* par tableau	couples de sous-types de cibles
descripteur à 1 seul état :	18 :	3 :		
-sans inconvénient (tableau I)	5	2	1	0
-avec inconvénients (tableau II)	13	1	1	(1 inconvénient)
descripteur à 2 états extrêmes, avec inconvénients (tableau III)	8	3	0	2
TOTAL - BILAN	26	6	1 entre les 3 tableaux	-

*3 cibles rencontrées pour plusieurs pratiques :

-surtout mimantes : commun aux 3 catégories (en tableaux I à III)

-introduction d'un taxon quelconque ou gène nouveau dans la parcelle : en tableau I

-thermophiles (semis de printemps tardif, ou précoce mais désherbé tôt en culture peu couvrante) : en tableau II.

Descripteurs de cibles :

Dans les 3 tableaux de données, les caractères servant à décrire les cibles appartiennent aux 3 groupes principaux suivants :

-la phénologie est abordée par les saisons ou les dates, soit absolues (en climat saisonnier), soit relatives au cycle de la culture (voire jusqu'au choix de l'espèce cultivée) ; les phases concernées se rapportent à la levée et au développement végétatif, à la reproduction ou la maturation ;

-la morphologie est utilisée par les hauteurs des individus ou des infrutescences par rapport à la culture ou à la coupe, les possibilités de tri des semences et de dissémination,

-l'écologie des levées et des plantules (le caractère plus ou moins thermophile ou sciophile dépend du couvert de plantes, cultivées ou non) est concernée par la technique de semis (sous-couvert, inter-rangs, densité), le type de culture ou de cultivar (vitesse de recouvrement), la précocité du désherbage, la physico-chimie du sol.

De nombreux descripteurs peuvent être quelque peu quantitatifs : en nombre de jours pour la phénologie, en unités de longueur pour des critères morphologiques, en densité à l'air pour les ventilateurs servant aux tris. Quelques descripteurs sont employés simultanément pour délimiter

certaines cibles. Leurs listes et combinaisons ressemblent à celles établies pour la gestion des prairies temporaires par Chicouène (2007b) mais leurs états diffèrent notablement ; ces prairies présentent entre autres l'originalité de plusieurs récoltes par an atteignant en même temps les mauvaises herbes. Les descripteurs et cibles de la lutte mécanique n'interviennent pas dans la lutte culturale si ce n'est par l'intermédiaire de possibilités d'une lutte mécanique limitée : hersage en plein de certaines cultures, binage nécessitant un écartement élevé des rangs, écimage en cultures basses.

L'impact attendu se raisonne selon 2 principales échelles temporelles :

- principalement l'évitement de la nuisibilité pour la future récolte en faisant appel à la plupart des caractères énumérés ;

- spécialement pour prévenir la contamination d'une culture suivante dans la rotation, les cibles sont moins nombreuses, concernant seulement certaines pratiques de fin de cycle cultural ; ces exceptions interviennent par l'empêchement de l'arrivée d'un stock soit au sol (par récolte avant maturité, écimage, coupe rase, suppression des menues pailles), soit dans le futur lot de semences des cultures (par récolte après chute des graines au sol, tri des lots).

Parfois 2 pratiques ont des mécanismes d'action plus ou moins opposés sur certaines espèces. Ainsi, en raison de *Avena fatua*, une récolte tardive du blé (quand la majorité des diaspores est tombée au sol) annule l'intérêt de la suppression des menues pailles (peu utile car alors seule une proportion négligeable est rejetée par la moissonneuse-batteuse sur un sol déjà jonché de diaspores).

Précisions du spectre d'une cible :

La définition des cibles fluctue entre les extrêmes suivants :

- la préparation des lots de semences ou la coupe rase concernent spécialement peu de taxons, surtout des mimantes de cultures correspondantes ; la cible est donc ici bien circonscrite ;

- les effets de couverts mesurés dans les essais portent souvent sur l'ensemble des taxons de mauvaises herbes à la fois, correspondant à une évaluation globale de leur flore. Autrement dit, la cible devient vaste et quelque peu vague.

Certaines cibles se montrent donc bien délimitées (par des caractéristiques propres à des taxons, à leur dynamique d'infestations), tandis que d'autres sont plus approximatives.

Un même taxon peut se retrouver dans plusieurs cibles, et ceci d'autant plus qu'il appartient explicitement à une cible précise et qu'il est englobé, par extension, dans une cible vaste.

Niveaux d'efficacité dans la gestion :

Les performances d'une pratique dépendent a priori des effets par différents mécanismes :

(1) La démographie de la propagation comparant des diaspores (voire individus) de mauvaises herbes et celles des cultures semble évidente. Ainsi la préparation des lots de semences peut être efficace jusqu'à 100% grâce à une minutie de tri : l'efficacité est proportionnelle à l'effort choisi (type et débit du trieur).

(2) L'écologie et la physiologie des individus (comprenant les conditions de levée, le développement végétatif) sont influencés par la concurrence de la culture. Le cas de la densité de semis illustrée par le modèle de la synthèse de Cussans & al. (1976) relatant des essais sur l'orge et une seule mauvaise herbe majeure mesure une récolte du simple au double. Cet ordre de grandeur qui montre une efficacité réduite peut probablement être extrapolé à une vaste flore de la parcelle et du type de culture.

(3) Peut-être parfois par l'intermédiaire d'effets favorables sur la régulation biologique (par exemple des cas de maladies du feuillage envahissant *Avena fatua* sous un couvert cultural dense) : l'impact de la gestion culturale sur cet aspect est globalement mal connu (ainsi que l'indiquent Smith & al., 1995 : 281-2).

Des actions mixtes au moins (1) et (2) sont exercées directement ou non par l'écartement des rangs de culture, les dates de semis selon le type de flore.

Contre les plantules sciaphiles (ex. *Calystegia sepium*), l'installation de la culture intervient probablement peu si la réserve en eau du sol est suffisante ; de telles espèces ne vont être atteintes que par des moyens très exigeants destinés à éviter le recouvrement de la culture lors de la récolte

par cette plante et sa reproduction (en jouant sur les dates de récoltes à plusieurs semaines d'intervalle, précédant le développement complet de la mauvaise herbe).

Les inconvénients liés à certaines pratiques ou cibles

Cette partie s'intéresse à la dernière colonne des tableaux I et surtout II à III.

Situation générale :

Les cas de défauts exprimés sont au nombre de 20, quelques-uns ayant en plus des sous-types saisonniers (culture d'automne vs. de printemps) ou physiologiques (physico-chimie du sol). Les limites et inconvénients dans les couples "pratiques-cibles" obéissent à des niveaux de relations variables :

-le reste (non inclus dans la cible) est simplement épargné ; ce complément, non explicité dans les tableaux, existe partout, y compris le tableau I ;

-le contraire (états extrêmes opposés à la cible) est favorisé : une pratique a priori efficace sur une cible définie a, dans la majorité des cas (soit 21 sur 26), l'effet pervers de favoriser un état extrême opposé à cette cible (ou, plus rarement, de groupes biologiques de descripteur différent comme le cas II.10) ; ce sont les dilemmes les plus flagrants mis en évidence dans les tableaux II et III.

-des situations plus complexes qu'il faudrait interpréter par l'hypothèse d'une perturbation de la régulation biologique, qu'elle soit exercée par des régulateurs naturels de mauvaises herbes ou de cultures, dépendant de la densité, des dates de levée, de la fertilisation, de fongicides, d'insecticides, etc. ; c'est l'inverse de ce qui a été évoqué précédemment à propos de pratiques susceptibles de favoriser cette régulation ; c'est également mal connu.

Les comparaisons entre avantages et inconvénients des différentes pratiques sont difficilement commensurables en raison des nombreux paramètres indépendants susceptibles d'intervenir.

Les actions sont parfois contradictoires entre le stock de diaspores au sol et le stock récolté : l'évitement de la récolte du stock par battage tardif est contraire à la rotation assainissante.

Pour la lutte mécanique déjà, en intervenant sur le sol (Chicouène 2007c) selon la biologie des individus, des effets favorables ou défavorables de pratiques ont été mis en évidence (les descripteurs étant surtout l'architecture souterraine et les réserves énergétiques des individus qui suffisent à expliquer grandement la variabilité des réponses) ; les types d'inconvénients sont plus nombreux en lutte culturale et notablement différents.

Les types d'effets antagonistes impliquent de distinguer les descripteurs simples et ceux à 2 états extrêmes opposés (détaillés dans la partie suivante).

Cas des descripteurs à 2 états extrêmes : (tableau III)

Les 4 descripteurs figurant au tableau III possèdent chacun 2 états extrêmes (dates d'implantation ou de récolte, hauteurs de couverts ou de coupe) ; ils sont quantitatifs, en nombres de jours ou de cm. Les cibles et/ou avantages se trouvent plus ou moins inversés par rapport aux inconvénients.

Ainsi, la date d'implantation peut être avancée ou retardée de quelques semaines par rapport à l'optimum phytotechnique en climat saisonnier : la culture est un peu moins performante mais le principe est que la cible de mauvaises herbes soit plus perturbée que la culture.

- Le semis anticipé sert à favoriser le couvert de la culture destiné à réduire les levées (et leur développement ultérieur) héliophiles tardives, se produisant quelques semaines ou mois après l'implantation.

- Le semis tardif est censé être épargné par un pic de levées précoces (qui soit ne se produit pas, soit est détruit avant de réaliser le semis tardif). Il y a 2 mécanismes biologiques possibles : soit que des taxons visés ne lèvent pas plus tard, soit que les individus issus de levées tardives resteront chétifs (ex. tallage réduit par rapport une situation de semis précoce).

De même que pour les dates de semis, la hauteur du couvert, la date de récolte et la hauteur de coupe pour une récolte à la moissonneuse peuvent être modifiés chacun en sens inverses. Ces situations du tableau III constituent des dilemmes doubles. Pour ces 4 descripteurs, si les 2 types biologiques extrêmes sont redoutés dans une parcelle, le choix aboutit à une situation délicate où une des cibles se trouve épargnée. Face à une telle situation, contre celle-ci, il faut envisager de

recourir à d'autres pratiques, culturales ou non, agissant sur les mêmes mauvaises herbes en termes de sélectivité taxonomique au sens de Chicouène (2013).

CONCLUSION

En malherbologie, la compréhension des mécanismes d'action de chacune des 26 pratiques culturales comparées permet de leur définir une correspondance avec environ autant de cibles biologiques. Cette multiplicité de cas va de pair avec la reconnaissance d'une diversité de formes biologiques au sein de la flore arvale.

Les descripteurs de ces cibles ont trait à la phénologie, la morphologie, l'écologie-physiologie. Il s'agit surtout de descripteurs communs à la gestion prairiale ; en cultures annuelles aussi, les méthodes culturales offrent donc des possibilités nombreuses face aux mauvaises herbes. Vis-à-vis de mimantes, plusieurs pratiques sont contributives, en étant parfois à effets partiels et complémentaires entre elles.

Les spectres et les efficacités apparaissent d'appréhension variable selon les cas, allant d'une cible restreinte en étant possiblement très performante jusqu'à une action plus légère sur au moins une grande partie de la flore. Les efforts nécessaires peuvent varier autour d'un optimum phytotechnique dans la mesure où les relations avec les états des descripteurs sont souvent un minimum quantitatives.

Les limites et les inconvénients caractérisés pour la majorité des pratiques ou des cibles amènent à envisager le risque de favoriser ou sélectionner des mauvaises herbes à réponses opposées aux états de la cible visée. La répétition d'une pratique sur une parcelle est un sujet rejoignant celui des successions culturales. Toutefois, la question des dilemmes (simples, ou doubles quand les inconvénients dépendent d'un descripteur à 2 états extrêmes) pour la flore d'une parcelle se pose déjà à l'échelle d'un seul cycle cultural.

Ces nombreux éléments de raisonnement servant à la mise en œuvre de la lutte culturale révèlent une certaine complexité. Leur maniement et leur optimisation nécessitent évidemment un minimum de connaissances biologiques adaptées à la fois à la flore rencontrée et aux mécanismes en jeu dans sa gestion.

REMERCIEMENTS : À Martin FILLAN (Henebont) pour son aide dans la traduction du résumé anglais et à Martine DAVOUST (Inzinzac-Lochrist) pour sa relecture du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- Altieri M.A., Liebman M., 1988 - Weed management in agroecosystems : ecological approaches. CRC Press, U.S., 354 p.
- Bernard J.L. & al. (nombreux auteurs), 2013 - Protection intégrée des cultures. Fiches pour le conseil des techniques utilisables. AFPP, coordonné par J.L. Bernard. Agriproduction. 256 p.
- Brenchley W.E., 1920 - Weeds of farm land. Longman, Green and Co., London. 239 p.
- Chicouène D., 2000 - Stratégies de lutte contre les mauvaises herbes : préventives ou curatives ? I. Aperçu des bases de raisonnement. *Phytoma - La Défense des Végétaux* 532 : 12-16.
- Chicouène D., 2006 - Le raisonnement des successions culturales : I. Caractérisation préalable des populations d'ennemis. AFPP – Third International Conference on Non-Chemical Crop protection Methods, Lille, France, 13, 14 and 15 March 2006, 424-433.
- Chicouène D., 2007a - Mauvaises herbes, utiliser la rotation ? Prise en compte de la phénologie des mauvaises herbes pour les combattre dans la rotation : généralités et exemples de cinq espèces sous climat tempéré océanique. *Phytoma - La Défense des Végétaux* 600 : 32-36.
- Chicouène D., 2007b - Biologie des principales mauvaises herbes des prairies temporaires du Massif Armoricaïn. Conséquences pour la gestion prairiale. *Fourrages* 190 (juin 2007) : 251-260.
- Chicouène D., 2007c - Mechanical destruction of weeds. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 27 : 19-27.
- Chicouène D., 2009 - Typologie des sélectivités des principales méthodes de lutte contre les mauvaises herbes. *XIIIth International Conference on Weed Biology*, Association Française de Protection des Plantes, Dijon, 8-10 septembre 2009 : 106-116.
- Chicouène D., 2013 - Approches des méthodes de lutte dans 51 traités de désherbage. AFPP - 22ème

- conférence du COLUMA, Dijon : 198-207.
- Colbach N., Meziere D., 2013 - Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping systems. I. Annual interactions between crop management techniques and biophysical field state variables. *Journal of Agricultural Science* 151 : 229-245.
- Cussans G.W. & al., 1976 - Cultural control. *In* Wilds oats in world agriculture. JONES D.P. ed. Agricultural Research Council, London, 127-142.
- Muenschler W. C., 1936 - Weeds. Macmillan Company, New York, 577 p.
- Robins W.W., Crafts A.S., Raynor R.N., 1942 - Weed control, a textbook and manual. McGraw-Hill book company, New York and London, 542 p.
- Singh H. P., Batish D. (& al.), 2006 - Handbook of sustainable weed management. Food Products Press, 892 p.
- Smith A.E. & al. , 1995 - Handbook of weed management systems. Dekker, New York, 741 p.
- Upadaya M.K., Blackshaw R.E., 2007 - Non Chemical Weed Management Principles, Concepts and Technology. University of British Columbia, Canada, R E Blackshaw, Agriculture and Agri-Food Canada, 240 p.
- Walia U.S., 2010 - Weed management. Kalyani Publishers, India, ed.3, 373 p.
- Zimdahl R.L., 1993 - Fundamental of weed science. Academic Press, San Diego, 450 p.