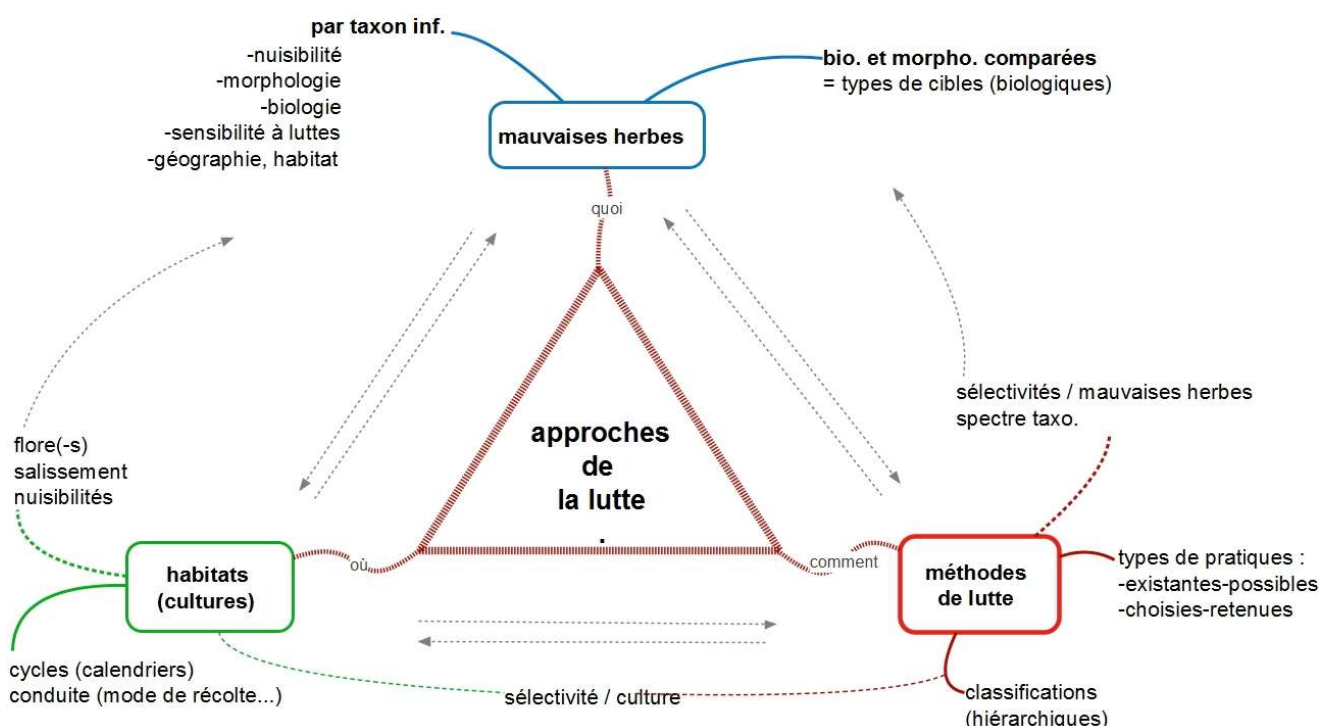


Notions de base sur les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes. (ou "gestion de la flore arvale")

(dernière mise à jour fev. 2024, Daniel Chicouène, dc.plantouz)

Plan de cette page :	p. :	à jour :
I- Fig.1 : Schéma centré sur les approches	1	fev.2017
II- Sémantique générale : quelques notions ou définitions indicatives stratégies préventives et curatives	2	2014
III- Notion d'optimisation de la lutte <i>Fig.2 : Approche simplifiée des problématiques</i>	"	nov2018
IV- Quelques comparaisons entre méthodes de lutte Tableau : Notions historiques de classement des cultures en malherbologie Tableau : Comparaison de propriétés des méthodes de lutte	"	2014
V- Présentation de chaque groupe de méthodes -1. biologique -2. chimique <i>Mécanismes d'action d'herbicides sur individus de Rhizophytes</i> -3. culturales (tableau des cibles : aout 2018) -4.thermiques -5. électriques -6. paysagères -7. mécaniques Notions sur la lutte mécanique (et autres par défoliation) Ex.de travail du sol par <u>dents étroites sélectionnant les pivots</u> souterrains + mise en page correcte des 3 tableaux de "Mechanical destruction of weeds. A review." (2007)	"	aout2016(-oct21)
VI- Selectivité des principales méthodes - suite de l'approche par individu -Types biologiques d'individus atteints par les principales pratiques -Relations entre descripteurs de cibles et cibles biologiques. -Propriétés organo-génétiques de compartiments chez pl. vasculaires (tab.) -Schéma : descripteurs de cibles biologiques d'individus	3	fev.2016
VII- Gestion des mauvaises herbes basée sur preuves Descripteurs de méthodes de lutte schéma mise en oeuvre Sélectivité et sélection de MH	"	fev.2016
	4	2017
	"	"
	"	"
	5	"
	6	aout 2016
	9	mars 2018
	"	"
	"	2015
	"	"
	10	"
	11	sept2020
	12	2009
	"	"
	15	"
	"	2016
	16	"
	17	dec 2021
	18	"
	"	juin2020
	19	juil 2020
	"	jan 2024
	20	fev 2024

I- Fig. 1 : **schéma centré sur les approches** (d'après compilation de traités de désherbage).



II-Sémantique générale :

Quelques notions ou définitions indicatives :

- désherbage s.s. = destruction d'individus ou d'organes de mauvaises herbes déjà formés
- lutte contre les mauvaises herbes = désherbage + [limitation de croissance + épuisement de la durée de vie de diaspores] - (il y a des situations intermédiaires entre ces distinctions extrêmes)
- gestion des mauvaises herbes = lutte + agroécologie (fonctionnalités)
- gestion de la flore arvale = peut se centrer plus soit sur les fonctions écologiques, soit conservatoire de taxons

Stratégies préventives et curatives.

Tableau I : **Précisions sémantiques sur les façons de raisonner les stratégies préventives et curatives**
(généralement appliquées à l'échelle de la parcelle) (extrait de CHICOUENE, 2000)

	A) préventif	B) curatif
1. Stock de diaspores	empêcher d'augmenter (depuis l'introduction ou à partir d'un stock nul)	faire diminuer (jusqu'à l'éradication ou stock nul)
2. Développement de la végétation dans la culture en place	intervenir dès que possible (sur les plantules, à la germination ou à la reprise d'activité)	intervenir (juste avant la récolte) sur les adultes ou sur le tri de la récolte
3. Anticipation ou non des cultures (ou années) suivantes	limiter les populations pour des cultures et/ou années suivantes	prévenir la nuisibilité de la végétation dans la culture en place

Pour plus de précisions sur les **stratégies** de lutte : cf. CHICOUENE (2000 "théorie" et 2001 "aide à la décision") dans *Phytoma-Idv*.

III. Notion d'optimisation de la lutte.

C'est trop simpliste d'affirmer "juste ce qu'il faut, ni trop, ni trop peu". L'optimisation peut se raisonner à des échelles variées (d'un agriculteur jq l'intérêt général, 1 cycle cultural jq durable).

Dans tous les cas, les critères techniques pris en compte sont au moins :

- les choix parmi les méthodes à disposition, pour une culture, une parcelle, une année donnée
- les choix de cultures, et de conduite du sol de la parcelle sur plusieurs années.

C'est une notion complexe qui suppose une bonne connaissance-maitrise des méthodes possibles, en évaluant difficilement les impacts au terme de quelques années.

Des pratiques peuvent être inutiles, nuisibles, insuffisantes - validées, précisées, améliorées.

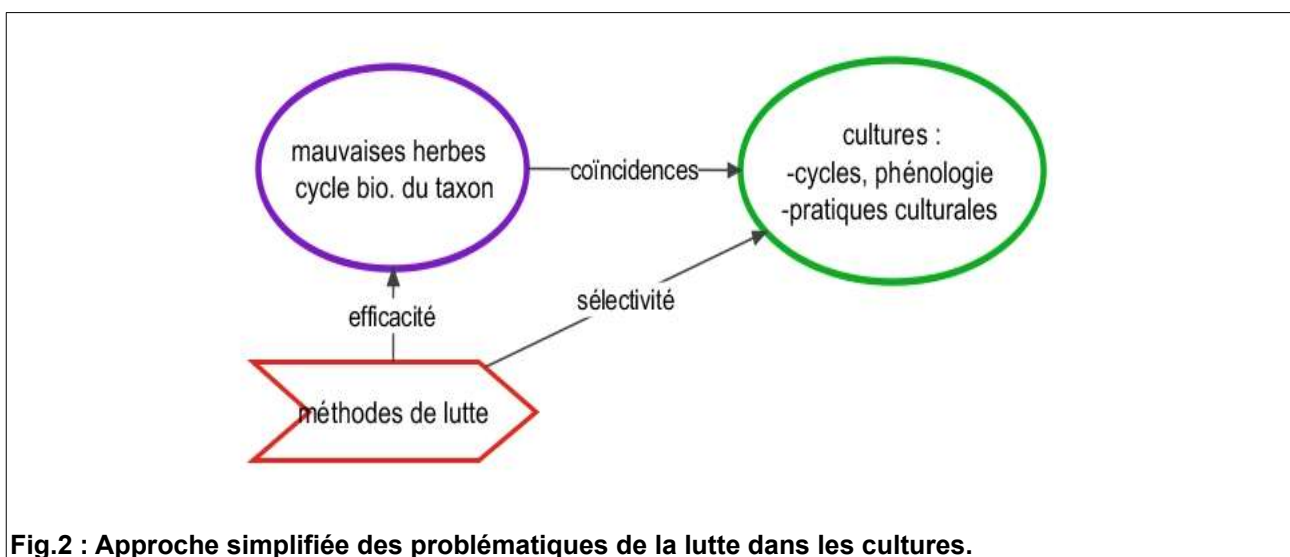


Fig.2 : Approche simplifiée des problématiques de la lutte dans les cultures.

Face aux pratiques de lutte, les vitesse de sélection de mauvaises herbes (flore ou populations) dépendent de différents facteurs. En particulier, en se centrant sur la parcelle :

- le stock de flore disponible à proximité (fonction des moyens de dissémination),
- la vitesse d'extension de l'infestation dans la parcelle.

Au jardin, un sarclage méticuleux et régulier sélectionne moins de flore qu'en contexte agricole ; il reste en particulier des espèces qui se reproduisent ailleurs (ex. disséminées par le vent) et sont facilement disséminées, ainsi que souvent des espèces à diaspores à vie longue existant dans le sol avant qu'il ne soit sarclé rigoureusement.

IV- Quelques comparaisons entre méthodes de lutte.

Tableau II : Notions historiques de classement des cultures en malherbologie.		
<u>un seul cycle</u>	A) culture compétitive (méthode culturale)	B) culture sarclée (méthodes mécaniques)
succession culturale		
1) nettoyante	éventuellement possible = avec certaines cultures étouffantes vis-à-vis de certaines mauvaises herbes	éventuellement possible si lutte mécanique drastique
2) salissante	" éventuellement possible, pas de remède car pas de lutte mécanique performante	éventuellement possible si la lutte mécanique est minimale pour assurer juste la récolte immédiate

Ces notions extrêmes s'appliquent plutôt à des parcelles à flore réduite, et plus précisément à nombres de formes biologiques très faibles vis à vis des descripteurs concernés.

Tableau III : Comparaison de 3 propriétés des méthodes de lutte.			
méthodes	particularités d'échelles	en localisé (rang ou inter-rang)	action dans le sol (dans certains cas)
mécanique		possible	possible
chimique		possible	possible
thermique		possible	possible
électrique		(difficile)	(+- "systémique")
biologique		non	possible
culturale dans culture	que dans culture		()
culturale en assainissement (rotation)	que avant culture		()
paysagère (bord de champ et champs voisins) -pour apport auxiliaires -contre arrivée d'ennemis	hors parcelle (sauf agroforesterie)		

lutte d'entretien - épuiser, détruire (périodiquement)

selon les sp., les conditions pédo-climatiques

Dans une exploitation, en général la lutte est toujours plus ou moins mécanique, biologique, culturale : tout ceci sans forcément en avoir conscience. Traditionnellement, on passe de la culture annuelle à la prairie permanente par l'absence d'intervention mécanique sur le sol et de méthodes culturales propre aux cultures annuelles.

Les choix entre les différentes méthodes sont tributaires de contraintes diversement choisies par les agriculteurs : (cf. fichier sur les stratégies en protection des cultures)

-les méthodes chimiques : sont minimisées (en principe un peu simpliste) en "lutte intégrée" ; en "agriculture biologique" ("organical farming") les herbicides de synthèses ne sont arbitrairement (irrationnel) pas retenus mais les autres sont acceptés

-l'absence de labour : (parfois improprement appelé en français "TCS = Techniques Culturelles Simplifiées"), voire de toutes les méthodes mécaniques intervenant sur le sol, avec le semis direct, (en "agriculture de conservation" : "Conservation Agriculture" p.p.), allant jusqu'au semis direct sous couvert vivant ; les méthodes mécaniques sont remplacées par de nombreuses méthodes et pratiques (il s'agit souvent de techniques culturales complexes)

-en combinant par exemple "agriculture biologique" et "semis direct", les méthodes acceptées seraient très restreintes.

Les types de **sélectivité** sont variés (cf. fichier correspondant sur Plantouz = dernier colloque BMH).

Pour bien envisager les avantages et les inconvénients, il faudrait comparer les méthodes de lutte 2 à 2, voire le faire entre les pratiques.

stratégies de lutte (préventives et curatives : cf. CHICOUENE, 2000 et 2001) et stratégies de désherbage

Tableau IV : Définitions et relations/complexité et difficulté en désherbage

	A) facile	B) difficile
1) simple	1 pratique modérée	1 pratique drastique
2) complexe	-	plusieurs pratiques

V- PRESENTATION DE CHAQUE GROUPE DE METHODES.

Les méthodes de lutte peuvent aussi et surtout être regroupées ou repérées sous quelques rubriques : +- classiques ; mais d'autres descripteurs peuvent aussi être utiles, ex. manuel vs. mécanisé ou automatisé ; culture (plein ou localisé) vs. interculture ; type de culture (annuelle vs. pérenne...)

1. METHODES BIOLOGIQUES

La sélectivité est surtout taxonomique. Elle fonctionne souvent en régulation naturelle (renforcement...), elle est scientifiquement peu connue. Contre les sp. adventices (qui arrivent généralement sans leurs régulateurs naturels), l'introduction d'auxiliaires à partir de leur aire d'origine est réglementé.

Il y a de nombreuses relations avec les méthodes paysagères (parcelles voisines, bords de champs). Parfois la compétition-concurrence de la culture est incluse dans les méthodes biologiques : c'est à la limite de la lutte culturale.

inconvénients : en général on maîtrise mal, plutôt imprévisible, souvent fonctionne mieux en forte densité de la mauvaise herbe. + Problème de la sélectivité entre mauvaises herbes et culture(-s).

2. METHODES CHIMIQUES

phytocides = herbicides ou désherbants + débroussaillants

Sélectivité généralement taxonomique et parfois en plus biologique.

-a débuté avec des produits minéraux, sel (NaCl), à base de Cu, H₂SO₄, chlorate de Na
-Produits organiques naturels encore peu étudiés (étude d'extraits végétaux) ; expliqueraient peut-être p.p. dans certains cas l'effet de rotations culturales.

- Produits organiques de synthèse essentiellement, depuis le début du XX^e siècle dans les pays développés.

Aux doses usuelles, les herbicides sont soit totaux, soit sélectifs. L'herbicide idéal du point de vue de son efficacité serait celui qui détruirait tout sauf la culture ; il n'existe pas à l'échelle mondiale ou régionale, mais parfois c'est presque vrai à l'échelle de la parcelle. Les modes d'action : contact (sélectivité taxonomique et biologique), systémie ascendante (sélectivité surtout taxonomique), systémique descendante (sélectivité taxonomique). Ils peuvent agir en exagérant la croissance (épuisement), en la bloquant, en bloquant la respiration. Ils sont absorbés par des organes aériens, souterrains ou les 2.

L'application des herbicides se fait :

- par pulvérisation en plein (le plus souvent),
- par pulvérisation en localisé (sur le rang -ex. désherbinage- pour économiser un herbicide sélectif ; dans l'entre rang si la culture est sensible à l'herbicide ; manuellement sur des mauvaises herbes rares dans une parcelles mais dangereuses),
- rarement par contact des organes les plus hauts avec un support inhibé (sélectivité selon la hauteur, ex. détruire du RGI haut dans du RGA plus bas),
- rarement par épandage de microgranulés, cristaux, poudre.

Perspectives : commande de l'application sur les individus de mauvaises herbes par caméra embarquée (serait à envisager aussi avec d'autres méthodes de lutte).

inconconvénients : parfois danger de pollution (toxicité) pour l'utilisateur, le consommateur ou l'environnement, la rémanence parfois ; coût et durée du dossier d'homologation

Mécanismes d'action d'herbicides sur individus de Rhizophytes :

La diversité des mauvaises herbes et celle des herbicides sont à examiner pour comprendre l'efficacité et la sélectivité de ces derniers. A cette fin, il est important de savoir que le désherbage chimique peut se décomposer en 3 étapes dans le temps (allant jq 1 saison au moins dans certains cas) : absorption, dégats puis réponse de l'individu.

1. Modes application et organes d'absorption.

1.1. aérienne par feuilles adultes

1.2. aérienne par bourgeons : port des pousses

1.3. absorption souterraine (radicelles ou germinations -bourgeons qui s'appretent à émerger-) en surface du sol ou dans une couche de sol épaisse : profondeur, vitesse de levée et humidité du sol pour solubilité de l'herbicide

1.4. mixte.

2. Principaux types de dégats et symptômes.

échelle de temps : de 1 heure à une saison

2.1. défoliants :

organes les plus exposés à l'application sont détruits

les organes à la lumière détruits (systémique)

les organes aériens perdent leur eau : transpiration épuisante

les bourgeons sont stimulés puis détruits (hormones), inhibés (sulfo sur rhizomes de chiendent)

les réserves organiques sont épuisées (/vitesse de renouvellement) : bourgeons déformés puis morts

2.2. des organes dans le sol détruits (glyphosate sur AGS) : les racines détruites ?

3. Types de réponse de l'individu.

échelle de temps : de 1 heure à une saison

dégats à comparer au potentiel restant :

-mortalité (mécanismes ; l'individu ne repart pas)

-les bourgeons protégés aériens repartent ou continuent = pas d'épuisement

aboutit à un individu chétif et/ou nain

-de nouveaux bourgeons aériens apparaissent, retard phénologique surtout ;

-des pousses souterraines apparaissent (levée de dominance) : hétérotrophes :
épuisement

	des B aériens continuent		nouveaux B dans le sol
défoliation	(+)		fréquent
organes souterrains détruits (épuisés, morts, non formés)	peu courant		- en général

Discussion. Conclusion.

-dose par individu : relation entre quantité absorbée et réponse de l'individu :

plus la quantité d'organes à détruire dans un individu est élevée, et plus il faut une dose d'herbicide élevée, (sauf exception ?)

quantité absorbée :

-doit être élevée si action sur organes souterrains volumineux

= capter un maximum ; la surface de captage est limitante pour systémiques ; il existe les organes aériens suffisants

-faible pour plantules : peu ou pas de dilution dans la plante, mais parfois les feuilles de plantules prennent mal le produit

compromis parfois

-météo : effet varié possible à chaque étape

-résistance : possible à chaque étape

mixte existe - herbicides plus ou moins sélectifs en fonction de certains caractères biologiques entre autre (ex. architecture des systèmes et capacité de récupération)

attention aux mélanges et effets qui s'annulent

3. METHODES CULTURALES

(cf. aussi CHICOUENE D. 2016 - Cibles biologiques de 26 méthodes culturales de lutte contre les mauvaises herbes dans le cycle d'une culture. COLUMA, 11p. + poster)

La sélectivité est surtout biologique.

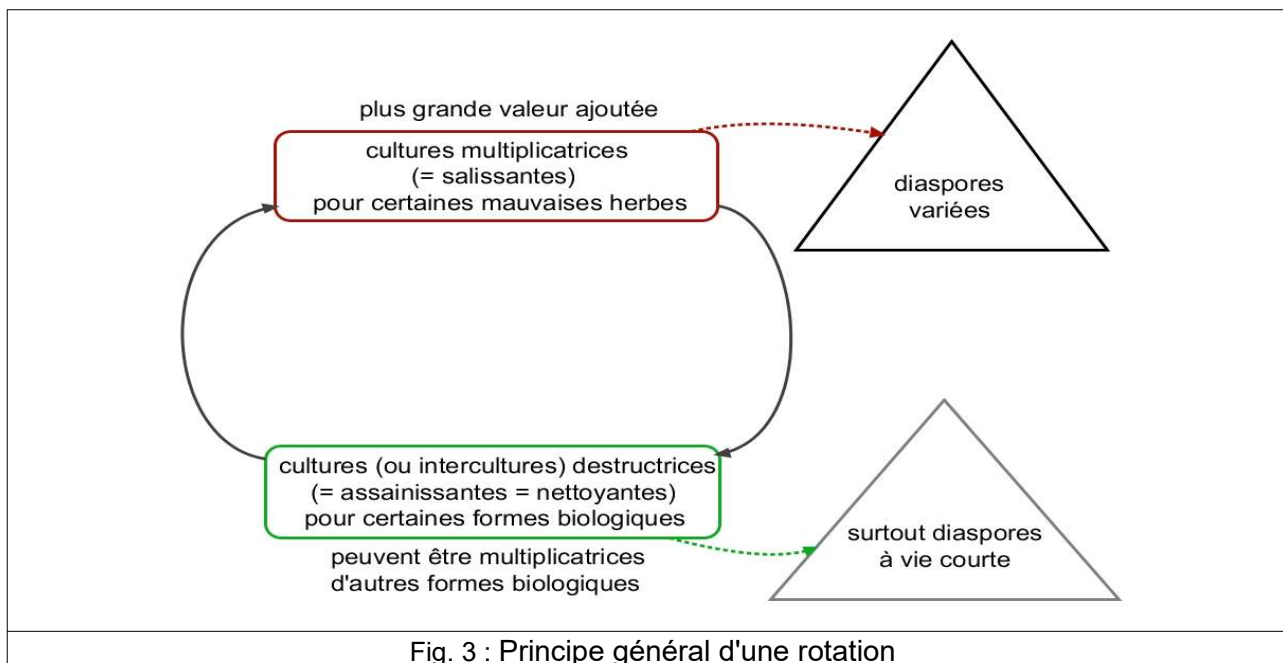
inconvenients : gestion complexe de l'exploitation.

	A) <u>descripteurs de critères de pratiques culturales</u>	B) <u>descripteurs des types de cibles</u>
1) <u>1 cycle cultural</u> (n pratiques*)	n (pratiques culturales s.s.)	presque n (quelques redondances)
2) <u>rotation culturale</u>	idem ci dessus sauf : -en moins les cv. -en plus : autres méthodes	1 est capital (le nombre d'années d'assainissement)

*au moins 30 pratiques culturales sont recensées dans la littérature

- **1 cycle cultural** : dates de semis et de récolte en climat saisonnier, faux semis, longueur du cycle cultural, vitesse de couverture du sol, méthode de récolte...

- **Rotation** en général et successions culturales par rapport à 4 groupes de paramètres :



+ à la lutte mécanique :

- rotation de **cultures sarclées vs. non sarclées** (salissantes, voire les dites "étouffantes") = / lutte mécanique par binage
- récolte aérienne vs. récolte d'organes souterrains
- techniques culturales simplifiées ou semis direct vs. labours

+ aux calendriers, à la phénologie des cultures (en climat tempéré essentiellement)

- rotation entre **cultures de printemps / d'automne** (et de cultures vs. **intercultures** de calendriers différents, avec lutte mécanique ou chimique puissante en interculture) ex. céréales d'automne vs. de printemps : contre sp. saisonnières dont les individus d'annuelles sont détruits - le stock de graines à vie longue est faible (*Bromus*) ou déchaumages tardifs

dates de mise en place des cultures - type de cultivar (espèce)

- contre les estivales en cultures d'automne : curatif - semis précoce (correspond à un déchaumage pour pérennes) et

montaison précoce pour assurer une bonne couverture du sol à la levée

- récolte tardive ou rotation récolte précoce
- de calendriers d'interventions (mécaniques...)

+ à l'espèce cultivée

probablement sélectivité de l'allélopathie et des effets des résidus de récoltes ; peu connu

+ à la richesse du sol (en azote surtout)

ex. 4 cultures d'automne : trèfle, blé, orge, avoine.

- rotation de **dates et niveaux de fertilisation de chaque culture** (ex. nitrophile tel maïs vs. nitrofuge tel sarrasin)
- **bon précédent vs. culture de haute valeur ajoutée** (tête assolement vs. blé ; puis orge et avoine de moindre exigence en K)

+ aux spectres des herbicides :

- rotation de **familles d'herbicides** (ex. par cultures de Monocotylédones vs. Dicotylédones) pour limiter la sélection de flore et en cas de développement de populations résistantes.

NB : En **climat tempéré**, les cultures sarclées sont surtout des cultures de printemps (relation entre lutte mécanique et phénologie). Les cultures étouffantes sont variables. Les céréales à paille (souvent "salissantes") sont surtout d'automne.

Tableau VII: Ex. de cibles de méthodes de lutte culturale (certains ex. sont de climat tempéré)		
	A) Pratiques	B) Cibles
1	assainissement (global)	diaspores à vie courte : -empêcher la formation du stock -empêcher l'expression du stock (supprimé en surface si levée que superficielle)
2	mulch	levées héliophiles terrestres
3	compostage	(stratégie de prévention d'augmentation du stock)
4	tri des semences	mimantes (non resemées avec la culture)
5	semis avancé	-pour une culture couvrante quand les héliophiles sortiront (saisonnières à levée tardive par rapport à la culture) -pour hâter une lutte sélective contre mh à développement lent
6	semis retardé	-stock jeune non dormant -date de levée stricte
6b	faux semis	peut avoir une certaine efficacité si humidité suffisante contre levées rapides et étalées - (inefficace si pic normal de levée juste après le semis, favorise les levées lentes (profondes) juste après le semis (levée plus précoce)
	implantation sous couvert	plantules héliophiles à levée simultanée à la culture
7	fertilisation : date, dose, localisation	équilibre nitrophiles - nitrofuges
8	régime hydrique (gestion de l'irrigation)	-équilibre hygrophiles/xérophiles -destruction de diaspores par asphyxie ou dessèchement
9	semis avec culture couvrante associée	héliophiles (quelle que soit la date de leur levée / cycle cultural)
10	culture haute et dense	limiter les naines héliophiles
11	culture rase	empêche les grimpantes hautes de trouver le support adéquat
12	date récolte avancée avant développement végétatif exubérant	éviter problèmes techniques à la récolte (développement estival de <i>Calystegia sepium</i> ; durée de développement / <i>Agrostis stolonifera</i>)
13	date de récolte avancée avant reproduction ou chute des diaspores de MH à inflorescence au dessus de la coupe	stratégie / stock (inverse de récolte retardée) ; évite l'augmentation du stock correspondant
14	date récolte retardée après chute de diaspores formées au dessus de la coupe	organes caduques à date de récolte pour éviter de contaminer la récolte (mais augmente le stock à gérer au sol)

Principaux mécanismes-descripteurs des méthodes culturales :

- durée des diaspores et profondeur de levée
- hauteur de formation des diaspores (enlèvement vs. chute) / coupe ; dimensions des diaspores / celles de la culture
- hauteur des individus et héliophilie
- dates de levée et de reproduction
- écologie : nitrophilie, hygrophilie.

Tableau VIII : Exemples de pratiques culturales avec effets différentiels. **X** limite la MH
Légende : **!** favorise la MH

culture :	MH :	MH précoces dans la culture	levées tardives dans la culture	naines héliophiles	grimpantes hautes
implantation précoce		!	X		
implantation retardée		X	!		
culture basse, couvrant lentement				!	X
culture haute				X	!

4. METHODES THERMIQUES

Sélectivité surtout biologique.

-chaleur : **flamme (de gaz), eau chaude (et eau moussante), vapeur, air chaud, incendie** (brûlage des organes aériens), infra-rouge,
-froid : recherche sur neige carbonique, azote liquide,...

désherbage de type contact avec appareil à flamme et eau chaude : se fait surtout sur des plantules ; en plein ou en localisé (par exemple sur le rang de betteraves plus résistantes que les mauvaises herbes, la bineuse ne pouvant travailler sur le rang)

la désinfection des sols à la vapeur

le feu : incendie pour détruire les ligneux en pâturage semi-aride

inconvenients du gaz : coût en temps, en matériel, en énergie, danger des bonbonnes de gaz pour la flamme (incendie, explosion).

5. METHODES ELECTRIQUES (méthodes proches des thermiques - recherche sur micro-ondes et laser, UV)

avec une rampe électrisée ; sélectivité surtout par rapport à la hauteur des individus, ex. betterave montée vs. non montée

inconvenients : problème du danger de l'électricité pour l'utilisateur

6. METHODES PAYSAGERES (cf. page web correspondante sur "Plantouz")

Sélectivité surtout biologique.

extra-parcellaire : bords de parcelles (ex. bocage) et parcelles voisines (ex. gestion de la résistance croisée à des herbicides)

cf. page web correspondante sur "Plantouz"

inconvenients : connaissances nécessaires souvent insuffisantes

7. METHODES MECANIQUES

Sélectivité biologique forte. sarclage et arrachage, coupe aérienne ou souterraine, enfouissement

2 mécanismes principaux :

- **dégats** sur les plantes (coupe verticale, horizontale, retournement, défoliation)
- **microclimat...** (porosité induite) du sol, atmosphère du sol ; mal connu

Nombreux types d'outils et pratiques : en inter-culture et en culture

-labours : destruction de diaspores à vie courte et individus ne repoussant pas profondément (enfouissement), et épuisement d'organes repoussant situés sous la couche labourée

- faux-semis = après le labour : contre annuelles à levée immédiates ; parfois risque pour la portance du sol lors de l'installation de la culture suivante

- déchaumage mécanique = avant le labour (ces 2 aspects se ressemblent parfois sur pérennes en particulier, ou pour l'installation d'une culture d'automne)

- binage, hersage = dans la culture ; **en plein ou en localisé** (entre les rangs, voire sélectif avec le binage manuel)

- sarclage manuel (sélectif)

- fauche

contre les abondantes (espérant les réduire) = urgence

empêcher la progression des plus abondantes qui sont potentiellement infestantes dans les conditions données

délai entre déchaumage et installation de la culture

inconvenients : temps passé, coût en énergie, risques d'érosion des sols et de minéralisation de leur matière organique, parfois temps de sol nu

Notions sur la **lutte mécanique** (et autres par défoliation) contre les pérennes .

Mécanismes de 3 types : -destitution,
-épuiement,
-dessèchement.

1) Exemple du travail d'un **outil qui coupe les axes principaux** (plus ou moins profondément) :
(CHICOUENE, 1999, "Déchaumage mécanique" extrait du tableau I modifié)

	A) restauration d'une base	B) restauration d'un sommet
Démographie des organes :		
- compartiment supérieur arraché	survie si humidité suffisante (production d'un nouveau système racinaire)	inapte à régénérer (meurt obligatoirement)
- compartiment inférieur : organes indemnes dans le sol	inapte à régénérer (meurt obligatoirement)	produit un nouveau feuillage (en utilisant des réserves)
Principes de la lutte	dessèchement des organes arrachés	épuiement des réserves
Conditions d'efficacité	quelques jours, voire semaines sèches (fonction de l'imperméabilisation de l'organe) = conditions pédoclimatiques sèches	pour l'épuiement complet, l'opération est parfois à renouveler sur les jeunes repousses = temps poussant ; conditions pédoclimatiques humides
Exemples de taxons :		
plantes stationnaires	<i>Rumex obtusifolius</i>	(<i>Taraxacum Ruderalia</i>)
à stolons	<i>Agrostis stolonifera</i>	(<i>Potentilla reptans</i>)
à rhizomes	<i>Urtica dioica</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>
à racines traçantes	(<i>Hypericum perforatum</i>)	<i>Cirsium arvense</i>

2) STRATEGIES DE DEGATS EN FONCTION DES ORGANES QUI REPOUSSENT ET DES TYPES DE DESTRUCTION SOUHAITES (tableau inédit)

Profondeur des organes repoussant :	Type de destruction des organes	
	A) Epuiser	B) Dessécher
1) surface (stolons, rosettes), plantules	enfouir le feuillage	- couper les racines (si pluie, nouvelles racines) ; - mettre les racines à l'air (si pluie, les racines reprennent)
2) superficiels (près de la surface)	enfouir le feuillage	mettre les racines et d'éventuels rhizomes à l'air, et les fragmenter
3) organes profonds et très profonds	- enfouir le feuillage ; - amputer du feuillage au moins (et d'une partie superficielle de tige orthotrope)	- (impossible)

Ainsi, les **formes biologiques** de mauvaises herbes pérennes dominantes dépendent des **conditions pédoclimatiques** (en climat tempéré océanique) ; elles ont tendance à être l'inverse de leur sensibilité aux conditions de destruction (cf. CHICOUENE, 2000, "labours") :

- en conditions pédoclimatiques **humides**, les **stolonifères** sont favorisées ; le labour contribue à les détruire en les enfouissant profondément (les stolons enfouis par le labour ne peuvent généralement pas repousser) ;

- en conditions pédoclimatiques **sèches**, les plantes à **enracinement très profond** (sous la couche labourée) sont favorisées ; le labour contribue à épuiser les réserves situées sous la couche labourée.

Ex.de travail du sol par dents étroites sélectionnant les individus à pivot souterrain coriace:
(cf. article "déchaumage" in Phytoma 1999)



Quelques jours après passage d'un canadien en fin d'été (déchaumage après blé, centre Bretagne)
profil entre 2 traces dents de l'arrière de l'outil, montrant le pivot intact de *Rumex crispus*.
En plus sur la photo : *Cirsium arvense*, *Hypochaeris radicata*, *Plantago major*.



suite de la photo au dessus : détail avec feuillage et tiges aériennes épargnées,
pointe du transplantoir montrant le pivot (caulinaire) indemne de *Cirsium arvense*.

En été, par temps sec, on pourrait rappeler l'adage "un binage vaut 2 arrosages" avec cette pratique de déchaumage contre-productive dans le cas de ces plantes à pivot coriace. Leur épuisement des réserves énergétiques situées dans des organes formés profondément se fait par section des pivots, ex. grâce à des disques, en temps poussant.

Extrait de CHICOUENE D., 2007 -**Mechanical destruction of weeds. A review.** [*La lutte mécanique contre les mauvaises herbes. Revue.*] *Agronomy for Sustainable Development.* (Agron. Sustain. Dev) 27 : 19-27. [3 tab.]

Voici l'erratum : une mise en page correcte des 3 tableaux, avec leur quadrillage (c. indispensable). Dans la version en ligne de la revue, pour le tableau III, la dernière ligne est en partie dédoublée.

TABLE I : RELATIONSHIP BETWEEN DEPTH OF REGENERATING ORGANS AND EFFECTIVENESS OF IMPLEMENT'S MODE OF ACTION

Regenerating Organs	Type of Implement				
	Horizontal Blade		Discs, Moleboard, Plough	Tines (Vibratory Curved)	Subsoiler Tines
(non dormant)	Deep Cut (c. 1 dm)	Sub-surface Cut (2 cm deep)	Green Parts Buried (Overturned or not)	Uprooting (to 1 dm) Green parts & roots left exposed	Rootlets Shaken Leafy parts left untouched
Plantlet (without reserves)	(0 to +) W	+(+)* W	+ E (& W)	+ W	(+) W
Surface Organs (stolons or rosettes)	0 à (+) W	+ W	+ E (& W)	+ W	(+) W
Sub-surface Organs (in first 1 dm)	(0) W	(+) W & E	+ (+) E (& W)	+ W	(+) W
Surface & Underground Organs	(+ to 0) W & E	(+ to 0) W & E	+ (+) E (& W)	+ to 0 W & E	+(+) W (& E)
Underground Organs	+ E	(+) E	+ to (+) E (& W)	(+) to - E	(+) W (& E)
Deeply Buried Organs	+ E	(+) E	+ to (+) E	(+) to - E	(+) W (& E)

*Dependent on depth of emergence

+ = Effective
0 = Ineffective
- = Negative effect & to be avoided
() = Marginal
W = Withering
E = Exhaustion of reserves

TABLE II : RELATIONSHIP BETWEEN REGENERATING ORGANS & METHOD OF DESTRUCTION AND EFFECTIVENESS OF DAMAGE INFLICTED ON WEED ORGAN.

	Withering			Exhaustion of Reserves		
Regenerating Organs	Rootlets shaken out	Underground organs exposed to air	Roots cut (Near surface)	Leaves cut	Regenerating organs also cut up	Green parts buried
Organs on Soil Surface	+	+(+)	+	(0) ¹	(+)	+
Sub-Surface	+	+	(+) ²	(+) ³	+	(+)
Sub-surface and Underground	If tap roots : + If not : (+)	0	(+)	(+)	(+)	(+)
Underground	+	0 ⁴	-	+	0	(+) ⁵
Deep down	0	-	-	+	0	(+) ⁵
Type of Implement	Long Prongs, Ripper Tines	Vibratory Curved Tines	Horizontal sectioning	Horizontal sectioning	Horizontal Rotary Blades	Discs, Furrow, Plough

+ = Effective

0 = Difficult

- = Not possible

() = Marginal

1 : Mowing partly eliminates leafy parts.

2 : Cutting roots which arise at different depths can be difficult - one should pass just below the deepest plagiotropic organs.

3 : Necessitates being able to pass at approximately 1 cm depth.

4 : An intervention, involving a sorting out, will be needed.

5 : Because of the usually low depth of burial, results will not tend to be significant.

TABLE III : IMPORTANCE OF FACTORS INVOLVED IN EXHAUSTION OF RESERVES AND WITHERING

Factor	A) Exhaustion of Reserves	A) Withering
Meteorology	No apparent effect	Determinant (Dry spell needed afterwards)
Organ Reserves	Determinant	Theoretically no, or little, effect
Physical parameters of regenerating organs	Length x Diameter x Amount of reserves (x Depth of soil to be traversed)	Impermeability (x Diameter) (x Length of remaining roots) (x Number of leaves left)
If fragile (e.g. plantlet) : "Duration" & depth to which worked	Single intervention at surface level (with death occurring after several days)	A single intervention at surface level followed by a day without rain
If resistant (e.g. adult perennial) :		
-Type of organ involved	Large organs	Impermeable organs (epidermis, suber) (Large diameter also slows drying out)
-Depth of soil to be worked	- As deep as possible (if upper part regenerates) - Just above regenerating organs (where lower fragment sprouts)	Depends on depth of sprouting organs (Pass just below them)
-Duration & N ^o of interventions (Depends on aim i.e. slowing down of spread/ eradication)	For complete eradication : at least 3-4 times at intervals of 2-3 weeks (slow action)	Possibly one month of sunny dry weather (One period sufficient if good climate)
Type of plants destroyed (Regenerating organs)	All types (but difficult to obtain for organs close to surface)	Organs on surface, Organs near to surface, (indeed Deep tap roots).
Implements & Interventions	Plough, Furrowing Discs, Cutting	Finger harrows used on cereal crops, Hoes, Stubble cultivators, Potato harvesters, Flexityned hoes

V. SELECTIVITE DES PRINCIPALES METHODES.

Tableau Comparatif de types biologiques d'individus atteints par les principales pratiques de lutte contre les mauvaises herbes.

Comparison of biological types of individuals targeted by the main weed control methods.

n°	Cibles biologiques plantes en végétation :	organes en repos :	Pratiques de lutte	Principes de sélectivité (modes d'action)
I) SEULEMENT EN VEGETATION				
1	individus les plus hauts	-	-électrique -herbicide (ex. total)	contact avec une rampe = mort des individus touchés
1b			sarclage sommaire	facilité pour attraper les individus
2	organes les plus hauts	-	-fauche, -mécanique horizontale (à profondeur variée dans le sol)	décapitation, <u>section d'axes verticaux</u> dont la portion supérieure (inflorescence ou organes chlorophylliens) est détruite
3	jeunes individus à bourgeons dressés	-	thermique (ex. I.R.)	destruction des bourgeons
3b			certaines herbicides	absorption par bourgeons
4	individus avec feuillage (aérien, chlorophyllien ou non)	-	-herbicides systémiques à absorption foliaire ou agissant sur les organes chlorophylliens -maladies p.p. systémiques à dissémination aérienne	mort de nombreux (ou tous) organes des individus
5	plantules (ex. stade "cotylédons" si levée épigée)	-	-défoliation par animaux (mollusques, etc.) ou mécanique par bineuse, -thermique (chaleur, froid), -chimique de contact	réserves faibles épuisées rapidement (délai nul ou réduit) ; le bourgeon terminal est détruit ou non
5i6			enfouissement léger (de l'ordre du cm) par butoir ou étrille rotative sur le rang de cv.	
6	petites plantules (<< plante cultivée)	-	herse-étrille en post levée qui remuent le sol sur 1-quelques cm	-casse de l'axe = destitution, arrachage suivi de dessiccation ou de gel des racines = mort du système racinaire sans possibilité de régénération
II) INTERMEDIAIRE				
7	germinations (avant levée)		herbicides <u>inhibiteurs de germination</u>	absorption par germes traversant la couche de substrat imprégnée
7b			<u>mécanique en aveugle</u> (ex. houe rotative ou herse étrille)	germes fragiles (se cassant, se desséchant)
III) MIXTE				
8	plantules, la plupart des stolons, petites souches	diaspores à vie courte & petites	enfouissement de l'ordre du dm en retournement du sol par <u>labour avec rasette</u>	impossibilité de traverser l'épaisseur de sol (avec mort entre 2 interventions successives)
9	des grosses racines, rhizomes en formation	des tubercules variés p.p.	-biologique par mésofaune ou macrofaune (insectes parasites, mulots, mollusques) -mécanique : machine à écrabouiller des gros organes du sol	<u>destruction</u> physique (parfois qu'en partie) d'organes essentiels appétibles ou fragiles
IV) SEULEMENT EN REPOS				
10	-	peu ou pas enfouies dans le sol	<u>désinfection du sol</u> (chimique ou thermique)	inactivation (mort) de diaspores sur une certaine profondeur
11	-	certaines graines (surtout en surface)	oiseaux <u>granivores</u> ; insectes granivores épigées ou endogées	destruction physique de diaspores appétibles par lutte biologique
12	-	diaspores mimantes de cv.	-moissonneuse-batteuse équipée en place pour récupérer les menus-pailles ou pour détruire les graines de mauvaises herbes triées -tris des semences de cv.	non retour au sol de diaspores en place sur semenciers à la moisson (par destruction physique ou exportation)

Tableau de relations entre descripteurs de cibles et cibles biologiques :

		Types de cibles												
		individus les plus hauts	organes les plus hauts	bourgeons dressés	individus avec feuillage	plantules	enfouissement léger	petites plantules	germinations	labours	destruction de gros organes	désinfection du sol	granivores	diaspores mimantes
Arbre heuristique de concepts biologiques		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.vie	1.1.active	x	x	x	x	x	x	(x)	p	p				
	1.2.en germination							x						
	1.3.ralentie (repos)								p	p	x	x	x	
2.mortalité	2.1.épuisement de réserves	(p)				(p)	(p)		p					
	2.2.destruction physique			(x)						x		x	p	
	2.3.vieillesse								x				(p)	
3.quantité de réserves (grosseur des individus)	3.1.organiques				p	p		x		x				
	3.2.hydriques	(p)	p			(p)			(p)					
4.architecture bidimension.	4.1.vertical	4.1.1.hauteur	4.1.1.1.relatif à autres plantes	x										
			4.1.1.2.relatif à coupe de moisson	(x)	(p)								x	
			4.1.1.2.absolu		x	(p)		x						
		4.1.2.intervalle en hauteur ou profondeur	4.1.2.1.minimum	x	(x)			x	x			x	p	
			4.1.2.2.maximum	x	x								x	
	4.2.horizontal	4.1.3.profondeur	4.1.3.1.de formation						p		p	p		
			4.1.3.2.de travail à enfouir, ressortir						p	p	p	(p)		
	4.2.1.orthotropie		(p)	x										
	4.2.2.plagiotropie		p											
5.propriétés d'organogénèse	5.1.restauration	5.1.1.seulement du haut	(x)	x	p	(x)		x		(x)		(x)		
			5.1.2.mixte	x						(x)				
			5.1.3.seulement du bas	x						(x)				
	5.2.destitution (restauration impossible)		p	p		p		x	(x)					
6.temps	6.1.extrinsèque	6.1.1.saisons	(p)	(p)	(p)	(p)	(p)	(p)	(p)		(p)		(p)	(x)
		6.1.2.cycles cultureux	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	x	x	(x)	(x)		x
	6.2.lié à l'individu	6.2.1.âge	(x)	(x)							(x)			
		6.2.2.durée de vie (courte)	(p)	(p)		(p)					x			(x)
		6.2.3.délais de récupération ou d'épuisement			x		x	(x)	p					
Nombre de notions "x" et "p" contribuant à la description		3	10	5	2	6	3	6	5	7	5	3	3	4

Fig.1: Schéma heuristique des concepts employés dans la description des cibles biologiques en désherbage

Légende des cases :

x : le descripteur conditionne totalement l'explication de la case

p [p.p.] : en partie seulement

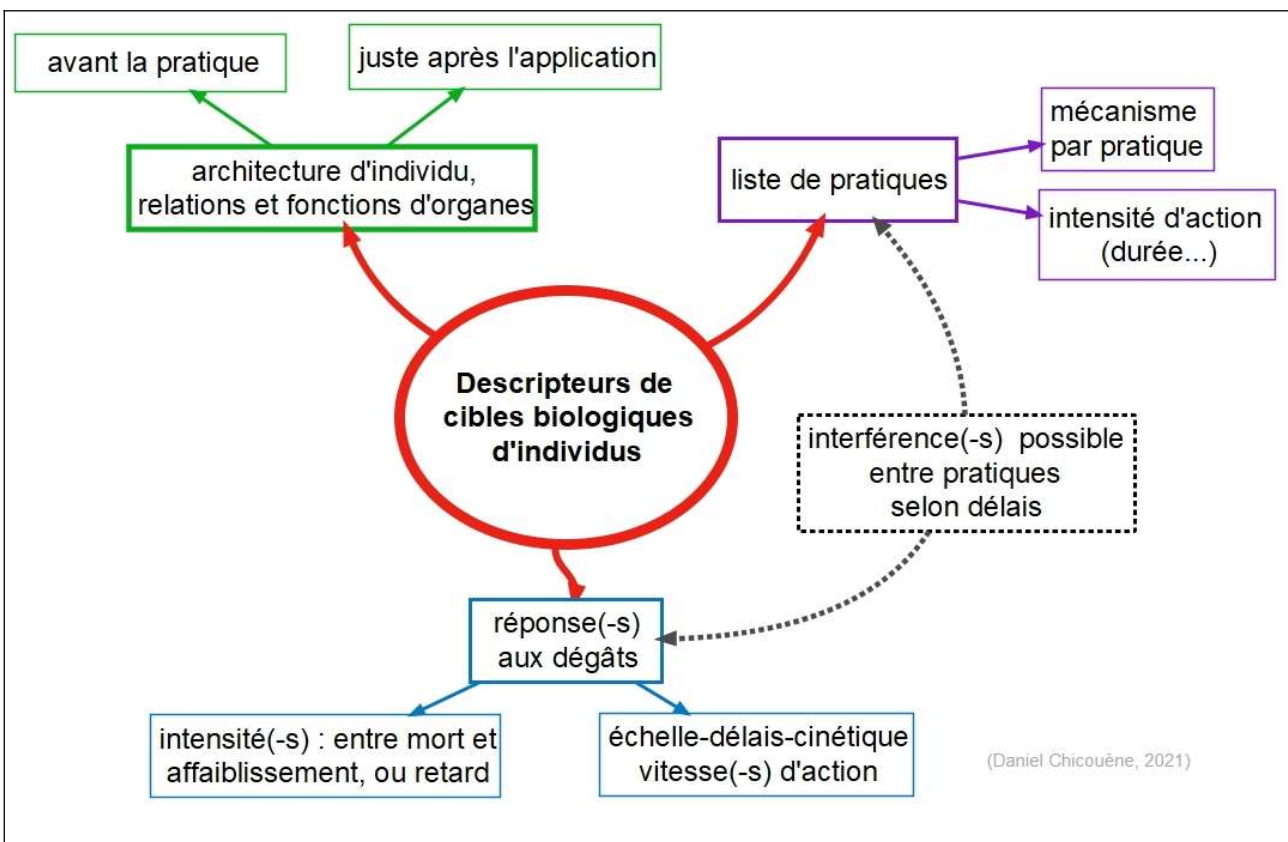
(x) : limite d'application du descripteur ou de la notion

(p) : en partie et en limite d'application

... [case vide] : le descripteur ne contribue pas à l'explication

Tableau : Types de propriétés organo-génétiques de compartiments liés à des dégâts sur plantes vasculaires en végétation (bibliographie ou données inédites)

	A) condamné	B) pouvant repousser
<u>compartiment sup. ou aérien :</u>		
-plantule au stade cotylédons si levée épigée : cotylédon(-s) + portion d'hypocotyle	situation générale	-
-pousse orthotrope +/- allongée	nombreuses espèces	jeune pousse de <i>Urtica dioica</i>
-morceau de stolon (ex. <i>Agrostis stolonifera</i>)	si pas de bourgeon vivant	si bourgeon vivant
-tubercule (de tige <i>Arrhenatherum</i> , de racine <i>Ficaria</i>)	-	+
<u>mixte (partie aérienne + souterraine)</u>	-	<i>Taraxacum Ruderalia</i> , <i>Rumex obtusifolius</i>
<u>compartiment inf. ou souterrain :</u>		
-plantule au stade cotylédons si levée épigée	racine + portion inf d'hypocotyle (ex. <i>Galium aparine</i> : mort après plusieurs semaines)	- (données sur "plantules" âgées d'au moins quelques semaines sur <i>Solanum el.</i> , cf. Ameur)
-racine d'individu adulte (ou système racinaire)	sans production de bourgeons adventifs, <i>Urtica dioica</i>	bourgeons adventifs produits chez quelques taxons (<i>Cirsium arvense</i> , <i>Solanum el.</i>)
-rhizome ou ses morceaux (ex. <i>Mentha arvensis</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Elymus repens</i> , <i>Cyperus esculentus</i>)	en général, si pas de bourgeon vivant (ex. portion sans noeud, ou disparition de bourgeon)	si bourgeon vivant (axillaire dormant ou terminal actif)



Pour une gestion des mauvaises herbes basée sur les preuves ? *For an evidence based weed management ?*

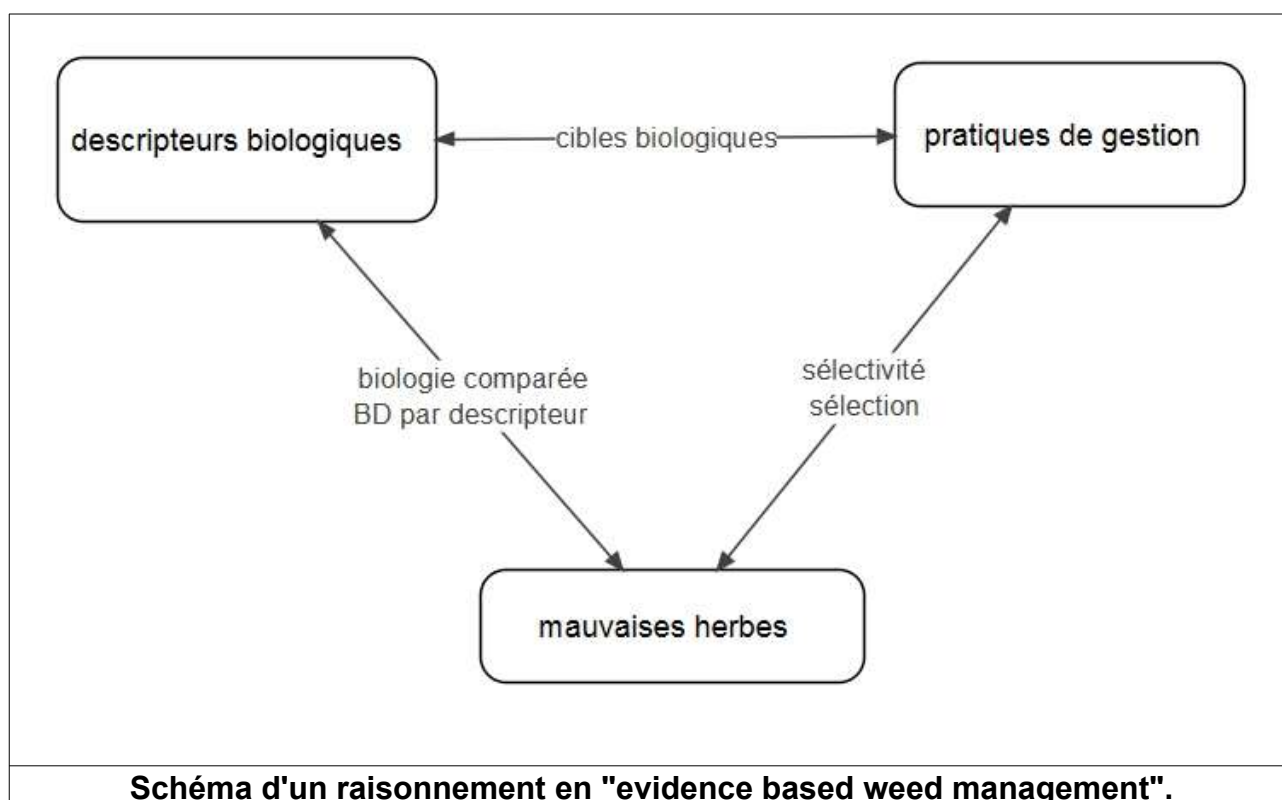
En s'inspirant de "*evidence based medicine*", il serait possible d'envisager des bases de raisonnement de la gestion des mauvaises herbes des cultures.

Les principales différences avec le domaine médical sont :

- nombreuses espèces de mauvaises herbes par unité de raisonnement qu'est une parcelle agricole, (avec une diversité biologique et taxonomique)
- les échelles de temps pour un raisonnement peuvent être variables, et complémentaires
- différents types de nuisibilité, voire quelques effets positifs possibles
- la sélection de formes biologiques à terme de plusieurs cycles de cultures
- peu d'essais rigoureux (ex. lecture des résultats d'essais en aveugle par un expert) sur l'efficacité et les cibles de chaque pratique de lutte.

En malherbologie, quelques particularités :

- il y a bien plus d'espèces de mauvaises herbes que de plantes cultivées
- la diversité biologique (même si parfois des cv sont extrêmes pour un descripteur) est forte
- les méthodes de lutte sélectives risquent de sélectionner des mauvaises herbes à chaque intervention ou phase de multiplication.



Il existe des connaissances générales, limitées, sur les relations entre d'une part les descripteurs biologiques de mauvaises herbes, de taxons à différents stades, dans différentes conditions, d'autre part les pratiques de gestion.

Les bases de données en biologie comparée des mauvaises herbes sont très limitées en nombre de descripteurs et nombre de taxons : quelques taxons ont été étudiés, et sur peu de paramètres.

Quelles échelles de temps ?

- la récolte immédiate
- une rotation culturale
- nombreuses années.

Descripteurs de méthodes ou de pratiques de lutte.

Selon les méthodes ou les pratiques, la connaissance des différents descripteurs est variable. Auprès des agriculteurs, la part d'empirisme reste souvent forte.

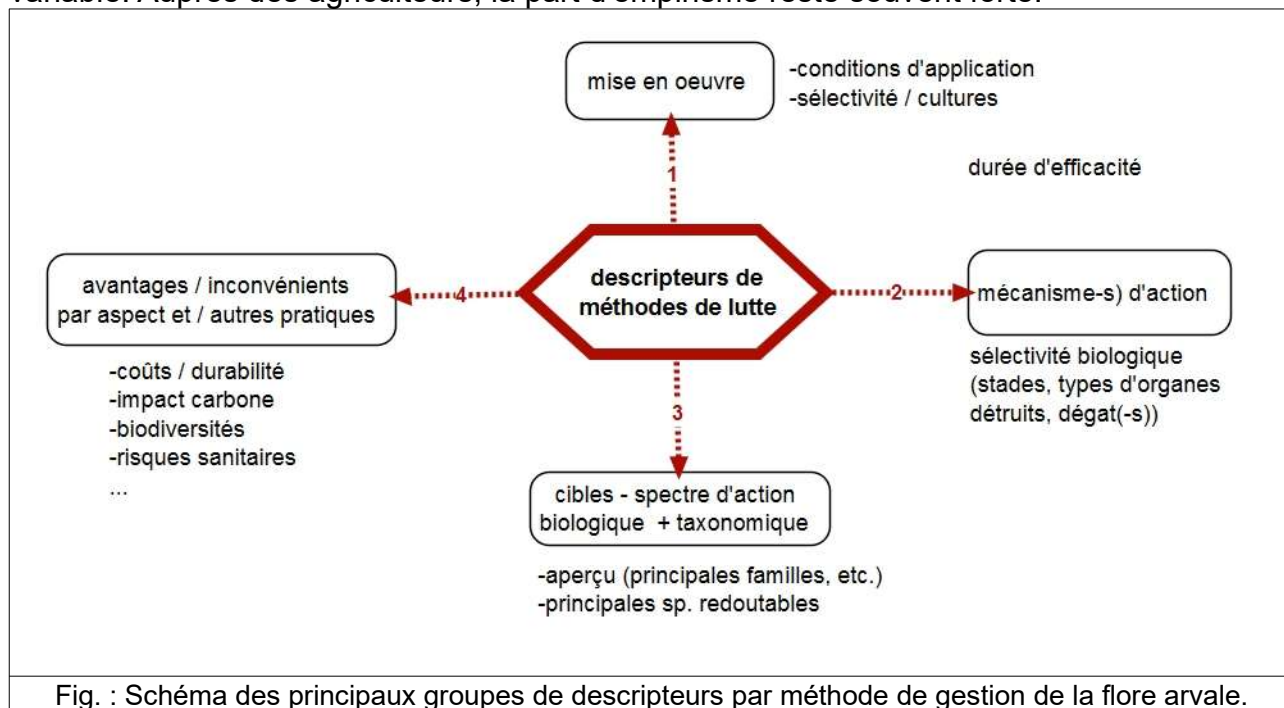
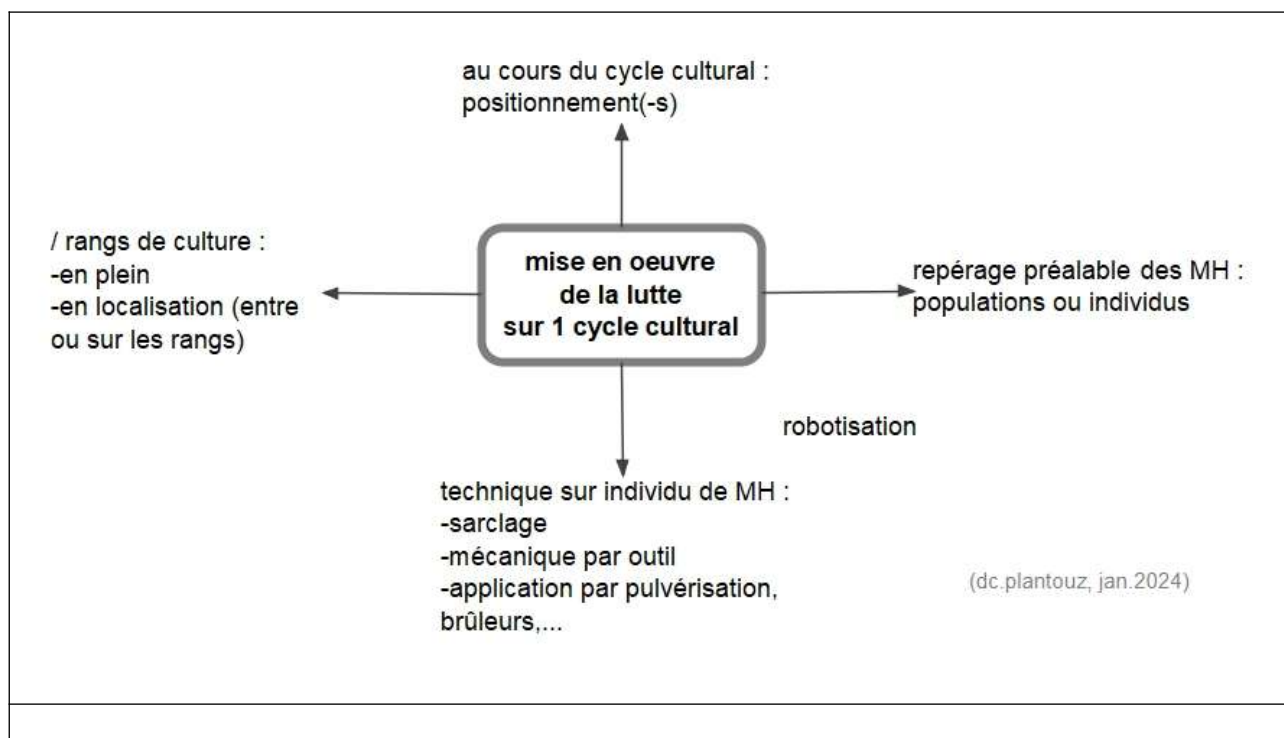


Fig. : Schéma des principaux groupes de descripteurs par méthode de gestion de la flore arvale.

Principaux groupes de descripteurs :

- biologiques : mécanismes et descripteurs explicatifs, cibles biologiques (et sélectivité, dont l'ambivalence vis-à-vis des mauvaises herbes et des cultures)
- spectre taxonomique
- conditions d'application, mise en oeuvre
- avantages et inconvénients pour différents aspects (impact carbone, ...).



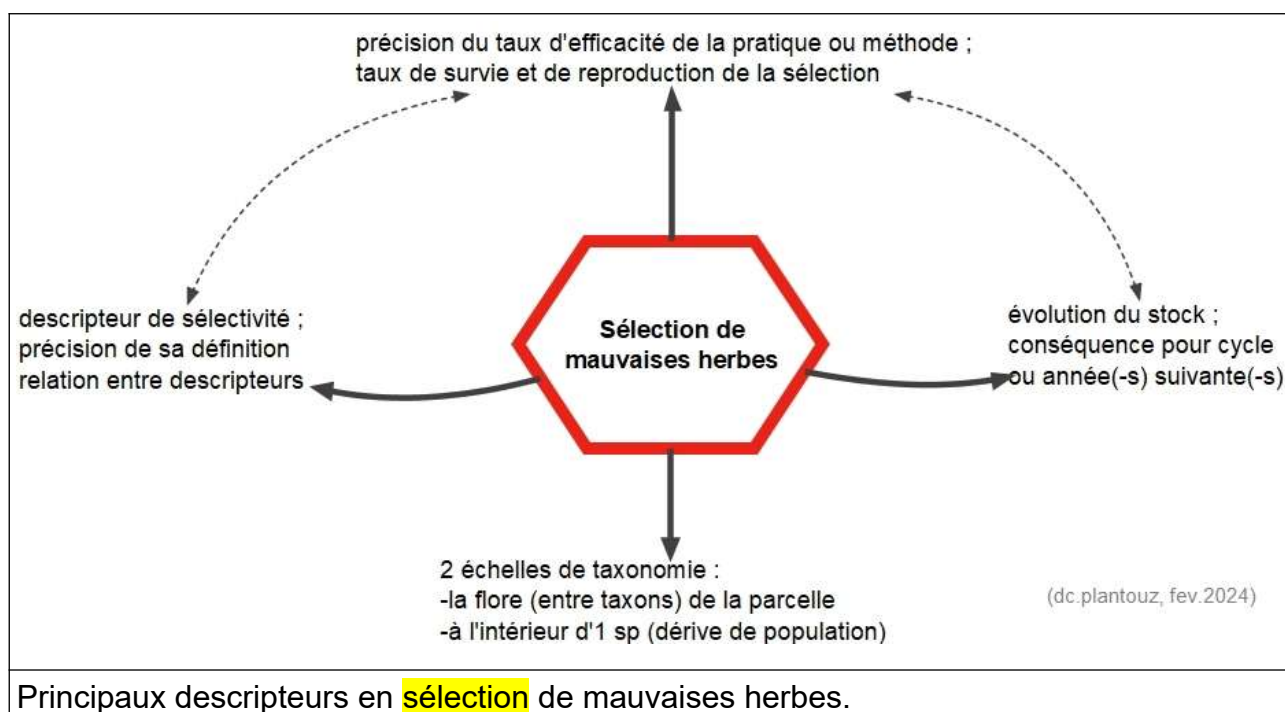
Sélectivité et sélection de mauvaises herbes.

En supposant qu'une méthode détruit 99 % des mauvaises herbes dans une parcelle ou un essai, c'est le 1 % épargné ou sélectionné qui va ou risque de se reproduire, et donc contribué au stock de diaspores : avec les conséquences pour les cycles ou années suivantes vis-à-vis de cette méthode. Ceci en fonction du potentiel biotique pour évaluer la vitesse de progression dans la parcelle.

On peut également supposer que cette sélection va jouer sur un descripteur correspondant à toutes les méthodes ou pratiques agissant via ce type de descripteur de sélectivité. La précision dans la définition de la méthode ou pratique en cause conditionne la prévision de sélection.

Cette sélection peut être raisonnée :

- pour la flore globale de la parcelle (entre taxons) ; biologie comparée si sélectivité biologique de la pratique
- tout autant qu'à l'intérieur d'une espèce (variabilité décrite).



Ces remarques peuvent s'étendre à d'autres disciplines que la malherbologie.



Daniel Chicouène

Retour page d'accueil 'plantouz' : <<http://dc.plantouz.chez-alice.fr/>>