



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Fragen zur Unkrautbekämpfung

Pflanzenschutztagung Feldbau, IAG, Grangeneuve, 29.01.2020
Judith Wirth, Fred Tschuy, Aurélie Gfeller, Aude Jarabo



Fragen/Questions

n°1: Un cas de résistance du rumex (*Rumex obtusifolius*) aux herbicides du groupe HRAC B est signalé en France. Quelle est la situation en Suisse ? Peut-on actuellement estimer le risque d'apparition d'une telle résistance dans notre pays ?

n°2: Pour les principales grandes cultures: quels sont les seuils de salissement (adventices)/Schadschwellen Unkräuter économiquement tolérables/supportables

n°3: Quels sont les effets ou arrière effets du glyphosate sur l'activité biologique et la disponibilité des oligoéléments des sols traités régulièrement avec cette substance

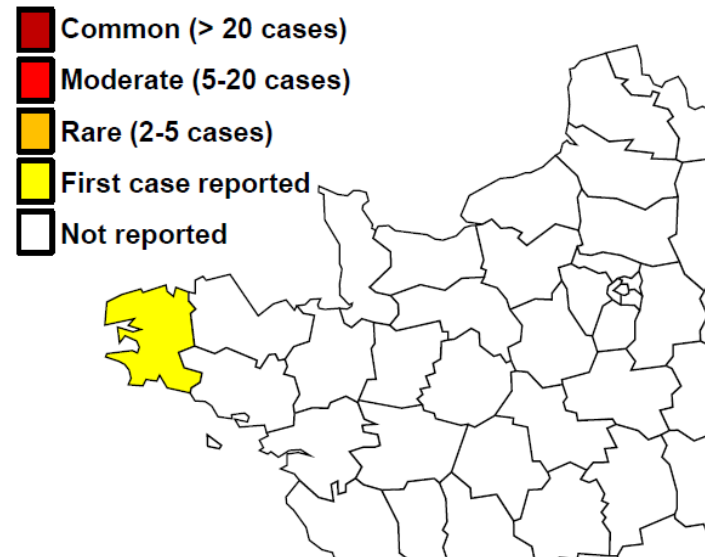


Frage n° 1

Ein Resistenzfall von Blacke (*Rumex obtusifolius*) gegenüber Herbiziden der HRAC Gruppe B wurde in Frankreich gemeldet. Wie ist die Situation in der Schweiz ? Ist es derzeit möglich, das Risiko für die Entstehung dieser Resistenz in unserem Land abzuschätzen?



Rumex obtusifolius



<https://www.r4p-inra.fr/wp-content/uploads/2019/05/Cartes-AdventicesRésistantes-Mai19.pdf>



Erster Fall von Herbizidresistenz bei *Rumex obtusifolius* L.

- Der 1. Fall der Resistenz dieser Art wurde 2017 in einer Weizenkultur in Frankreich bestätigt
- Diese Resistenz gegenüber allen ALS-Hemmern basiert auf einer **Target Site Resistance (TSR)**, die eine generelle Unempfindlichkeit der Unkräuter gegenüber allen Herbiziden der HRAC Gruppe B verursacht.

« Résistances aux herbicides les adventices pérennes aussi ! »,
Christian Piekacz , Phytoma N° 729, décembre 2019



Wahrscheinlicher Grund dieser Resistenz in Frankreich

Die Risikofaktoren sind immer die gleichen:

- Ein starker Befall durch dieses Unkraut kombiniert mit einer sehr einheitlichen chemischen Kontrolle
- Im Fall von Finistère beruhte die Blacken-Kontrolle nur auf ALS-Hemmern

(Christophe Délye. INRA)





Risikoschätzung für die CH?

- Rotation von Wirkstoffen (HRAC B und O) (ausser Florasulam und MCPA).
- Frühe Zerstörung von Blütenstämmen (Verbrennung) im Feld und am Feldrand.
- Stoppelbearbeitung und falsches Saatbett.
- Mechanischer Kampf gegen die Jungpflanzen in den Kulturen.
(Vermeiden Sie die Segmentierung von Wurzeln)
- Nutzung von konkurrenzfähigen Kulturen : Italienisches Raigrass, dichte Mischungen mit Getreide und Eiweisspflanzen, Roggen, Hafer...

→ Resistenzrisiko wahrscheinlich sehr niedrig, wenn alle technischen und agronomischen Werkzeuge verwendet werden, die gegenüber Blacken wirksam sind.



Literatur

- « Rumex obtusifolius et crispus », Brochure Arvalis, août 2012
- Fiche Agridea 3.3.61 Rumex de 2014
- « Maîtrise du Rumex » Fiche technique Fibl, 2007
- « Lutte biologique contre les rumex – L'eau chaude ouvre de nouvelles perspectives », Roy Latsch, Joachim Sauter, Agroscope, juin 2013



Frage n° 2

Pour les principales grandes cultures: quels sont les seuils de salissement (adventices/Schadschwellen Unkräuter) économiquement tolérables/supportables?

Céréales

ADVENTICES – Seuils d'intervention recommandés				
DICOTYLÉDONES	Espèce de céréale	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Gaillet gratteron	Toutes	13 – 39	1 plante/10 m²	Déterminer les espèces d'adventices et la densité des adventices dans la diagonale du champ; observer la parcelle de manière générale et aux endroits critiques, prêter spécialement attention aux adventices problématiques (gaillet gratteron, rumex, chardon). Attention: pour l'ambroisie la tolérance est de 0 plante / m² !
Renouée liseron	Toutes	13 – 29	2 plantes/m²	
Vesces	Toutes	13 – 29	2 plantes/m²	
Mouron des oiseaux	Toutes	13 – 29	25 plantes/m²	
Galéopsis intermédiaire	Toutes	13 – 29	3 à 5 plantes/m²	
Diverses adventices à feuilles larges	Toutes	13 – 29	5% de la couverture totale du sol ou 50 plantes/m²	
GRAMINÉES				
Agrostide jouet du vent	Blé d'automne (semis précoce)	13 – 29	10 plantes/m²	
	Orge d'automne, blé d'automne (semis tardif), céréales de printemps	13 – 29	20 plantes/m²	
	Seigle d'automne	13 – 29	30 plantes/m²	
Vulpin des champs	Blé d'automne (semis précoce)	13 – 29	15 plantes/m²	
	Orge d'automne, blé d'automne (semis tardif)	13 – 29	20 plantes/m²	
	Seigle d'automne, céréales de printemps	13 – 29	30 plantes/m²	
Ray-grass d'Italie	Céréales d'automne	13 – 29	8 plantes/m²	
Pâturin annuel	Céréales d'automne	13 – 29	50 plantes/m²	
Folle avoine	Céréales d'automne	13 – 29	10 plantes/m²	
	Céréales de printemps	13 – 29	5 plantes/m²	
	Multiplication	–	0 plantes/m²	
Diverses graminées	Toutes	13 – 29	Total 10 à 50 plantes/m²	

La flore adventice: une communauté de bio-agresseurs

Communauté spontanée toujours présente dans les agrosystèmes, adaptées aux perturbations, survie de longue durée des individus.

Stock semencier du sol : **1 000 à 10 000** graines/m², seules **6 % à 15 %** lèvent à chaque culture (Chauvel et al, 2018)

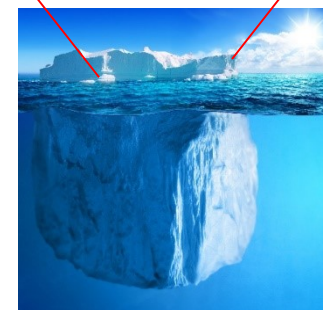
Des caractéristiques biologiques encore méconnues

Nuisibilité annuelle et pluriannuelle:

Compétition, phénomènes d'allélopathie, transmission de maladies, salissement de la récolte, Dispersion dans d'autres parcelles, alimentation du stock semencier



Expression du stock semencier



<https://www.rts.ch/decouverte/sciences-et-environnement/terre-et-espace/icebergs/>



Mesurer la nuisibilité des adventices : de nombreux travaux de recherche internationaux

- Quantification à échelle mondiale (= coût du désherbage) : **34 % pertes de rendement** (*Oerke et al., 1994, Zimdhal, 2007, Popp et Hantos, 2011*)
- **Pertes réelles** de rendement **malgré les pratiques de désherbage**: **7 à 13 %** (*Oerke, 2006*)
- Synthèse des essais de désherbage en France de 1993 à 2015 (*Cordeau et al. 2016*) (deux parcelles, traitée/non-traitée avec herbicides):
 - **En blé, 92%** des essais montrent une perte significative de rendement (en moyenne -26 q/ha sur tous les essais),
 - **51% en colza** (en moyenne -3,5 q/ha sur tous les essais) et
 - **61% en tournesol** (en moyenne -4,1 q/ha sur tous les essais).



Exemple de Mesures: quel niveau d'infestation compatible avec la production ?

	Nombre de plantes par m ² réduisant le rendement de 5% (Wilson)	Nombre de plantes par m ² réduisant le rendement de 5% (1) (ITCF)	Seuil d'intervention Plantes par m ² (2) (Hans Kees & Munchen)
Gaillet	1.8	-	1-5
Folle-avoine	5.3	aut : 15-20 print : 50	4-10
Vulpin	26	25-30	20-30
Pâturin annuel	-	100	>50
Agrostide	-	25	10-20
Ray-grass	-	25-30	-
Coquelicot	22	20	-
Matricaire	22	20	3-5
Stellaire	26	20-70	40-60
Véronique	44	50-60	-
Lamier	44	-	-
Myosotis	66	-	-
Pensée	133	>100	5
Alchemille	133	100	-

- (1) dans un blé tendre d'hiver à rendement potentiel d'environ 80 q/ha
- (2) ce seuil d'intervention intègre la nuisibilité indirecte : verse, gêne à la récolte, salissement des cultures suivantes

Evaluation de la compétition :
peuplement **monospécifiques**
(*Carlsomn et Hill, 1985 ; Bursnide et al. 1986*) ou dans des situations
trophiques particulières (*Angonin et al. 1996, Blackshaw et al 2004*)

*Chaque adventice seule dans du blé,
une espèce dans une culture*



Exemple de Mesures : quel niveau d'infestation compatible avec la production ?

	Mauvaise herbe	Nuis. directe Perte Rdt	Nuis. indirecte Prod. Sem.	Nuis. indirecte Durée stock
1 ^{ère} classe	Gaillet	1.8	1100	10 ans
	Folle avoine	5.3	500	15 ans
2 ^e classe	Coquelicot	22	50000	> 15 ans
	Matricaire	22	45000	-
	Ray grass	25	1500	4 ans
	Vulpin	26	3000	3 ans
	Stellaire	26	2500	80 ans (?)
	Véronique de perse	26	150	-
3 ^e classe	Véroniq. F de lierre	44	100	10 ans
	Lamier	44	500	-
	Myosotis	66	2000	-
	Pensée	133	2500	-
	Alchémille	133	5000	-

D'après Simon & al. 1994



Exemple de Mesures : niveau d'infestation compatible avec la production ?

Tableau IV. Seuils de nuisibilité dans les céréales (exprimés en nombre de plantes par m²).

Espèce adventice	Référence bibliographique			
I. Seuils annuels de nuisibilité d'aide à la décision				
	Neururer, 1975 1976		Wahmhoff, 1986	Aarts et Visser, 1985
	(1)	(2)	(3)	(3)
Graminées				
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	—	—	30	25
<i>Apera spica venti</i> (L.) P. Beauv.	19,2	—	20	15
<i>Avena fatua</i> L.	10,8	—	—	—
Dicotylédones				
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1,6	4,3	—	—
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	2,8	0,7	2	5
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	3,4	9,4	—	—
<i>Galium aparine</i> L.	4,3	0,7	0,5	0,5
<i>Matricaria recutita</i> L.	4,2	—	—	5
<i>Sinapis arvensis</i> L.	2,7	6,1	—	—
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	7,2	10,3	—	50
<i>Veronica</i> sp.	4,6	9,0	—	50
<i>Vicia villosa</i> Roth	2,1	0,8	2	—
II. Seuils annuels économiques de nuisibilité				
	Cousens et al., 1985		Auld et Tisdell, 1986	
<i>Avena fatua</i> L.	8	— 12	3	— 7
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	30	— 50	—	
D'après Caussanel, 1989				
III. Seuils pluriannuels économiques de nuisibilité				
	Cousens et al., 1985			
<i>Avena fatua</i> L.	2 à 3			
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	7.5			

D'après Caussanel, 1989

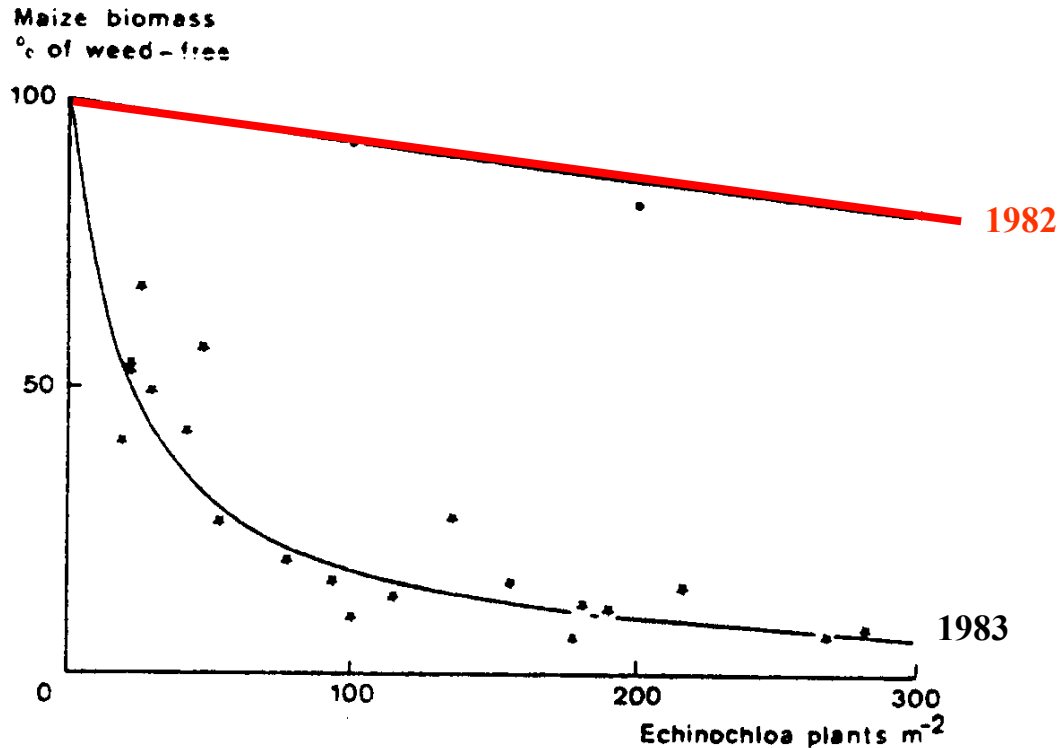
Des chiffres très variables selon les publications !

Travaux pour établir des seuils économiques (Walker, 1983, Caussanel 1989)

⇒ **Références trop anciennes**, outils de gestion disponibles différents (herbicides disponibles, matériels de désherbages, prix agricoles...)



Difficulté à estimer simplement la nuisibilité



Final above-ground biomass of maize in 1982 (●) and 1983 (*), expressed as % of weed-free control, in dependence of initial density of *Echinochloa*. Curves were based on a regression of the reciprocal per-plant weights of maize on weed density, including yields of weed-free maize plots.

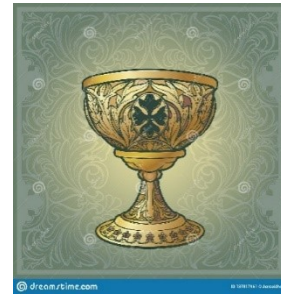


Bilan, les seuils de nuisibilité : des travaux anciens et critiqués

Les seuils de nuisibilité (Caussanel et al.; 1993; Angonin et al: 1996, Lutman et al. 2000) sont **très critiqués dans la littérature scientifique** (Swanton et al. 1999) :

- Etablis expérimentalement dans des situations **bi-spécifiques** (1adventice/1culture) dans **un seul contexte** pédoclimatique (Chiang, 1979) et très souvent **modélisés**
 - ⇒ **Réalité : diversité spécifique dans les parcelles et stades de développement**
- Répartition spatiale très hétérogène
- Très forte variabilité des niveaux de pertes de rendement pour une espèce donnée
 - ⇒ **Le niveau de concurrence dépend des ressources disponibles !**
 - ⇒ **Dynamique et interactions très complexe des relations de compétition culture/adventices (Debaeke et al.1993)**

Lien entre densité adventices et pertes de rendement : Le Graal des années 1980 - 90?





Quels indicateurs pour prédire la nuisibilité des adventices ?

- **Densité** adventices : 1^{er} facteur mesuré pour expliquer les pertes de rendement (Cousens, 1985), **mais très peu explicatif des variabilités de pertes de rendement**

D'autres variables sont reconnues **comme meilleurs prédicateurs** (> si combinés) :

- Surface foliaire relative (adventices et cultures) (Kropff, 1992, Lotz et al., 1996 ; Van Acker et al. 1997)
- Pourcentage de couverture (Florez et al. 1999): capacité à capter lumière et occuper sol
- Biomasse produite (Milberg et Hallgren, 2004)
- **Rapport Biomasse adventice/culture** : le meilleur indicateur qui **explique 30 % de la variabilité des rendements** (Milberg et Hallgren, 2004)

Nouvelle hypothèse : Réconcilier maintien de la biodiversité et gestion de la flore adventice

Moins de pertes de rendement avec une flore plus diversifiée : les espèces très compétitrices sont moins favorisées

Vers des seuils de tolérance ?

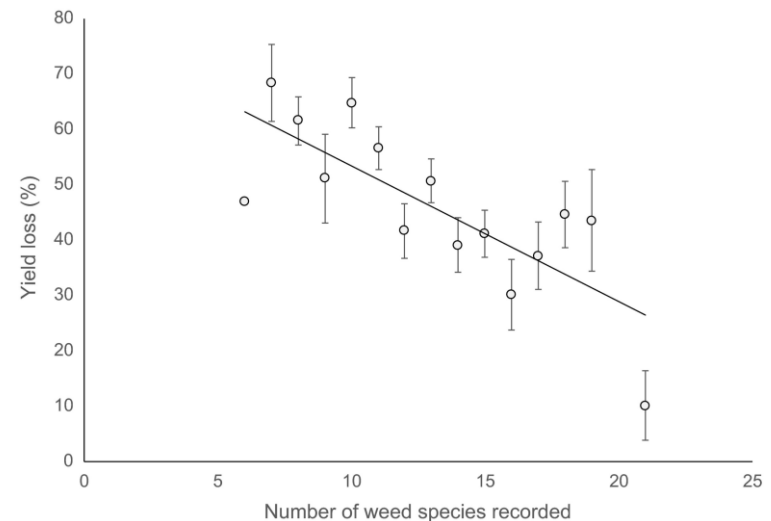


Insights |  Open Access |  

What good is weed diversity?

J Storkey, P Neve

First published: 23 May 2018 | <https://doi.org/10.1111/wre.12310> | Citations: 16



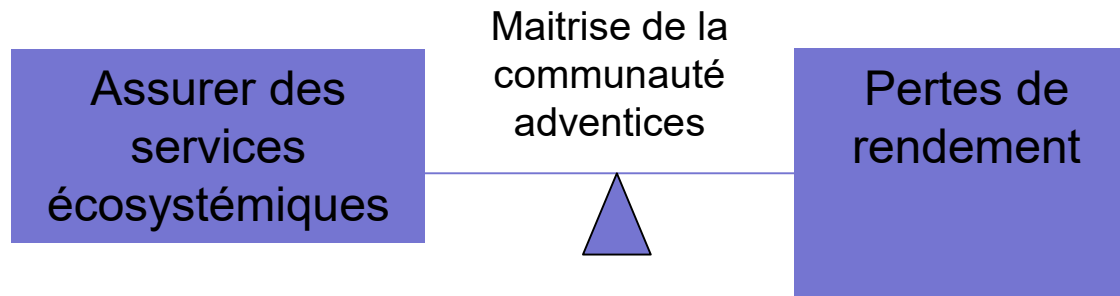
Storkey & Neve, 2018



Stratégie de gestion à long terme

«Quelle densité d'adventices puis-je tolérer ?»

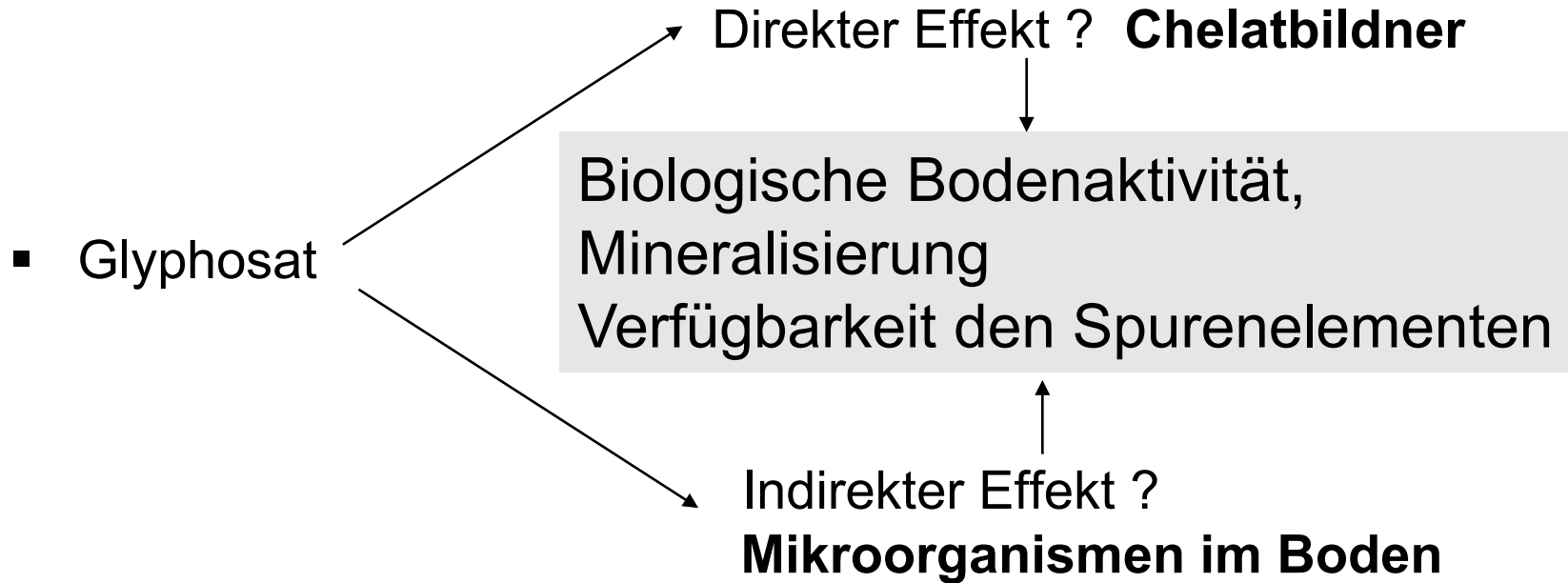
«Quelles adaptations de mon système de culture dois-je prévoir, mobilisant quelle combinaison de leviers techniques, pour maîtriser la flore sur le long terme, éviter la perte de contrôle et l'augmentation des abondances jusqu'à des niveaux d'infestation qui pourraient générer des pertes de rendement ?»





Frage n° 3

- Glyphosat wird überall verwendet

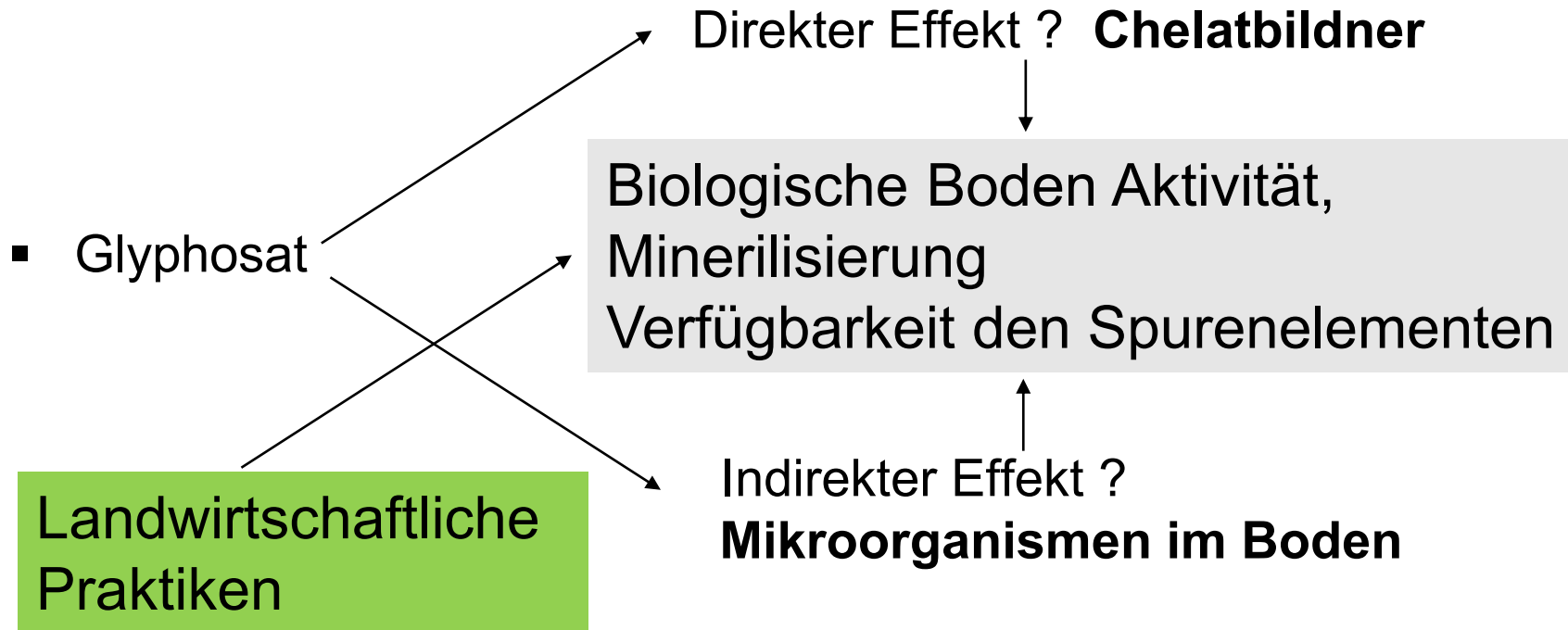


Bibliographie betrifft Forschung in der Europäischen Landwirtschaft, möglichst keine GMO Modelle, viele Topfversuche



Frage n° 3

- Universalität des Glyphosat



Bibliographie betrifft Forschung in der Europäischen Landwirtschaft, möglichst keine GMO Modelle, viele Topfversuche



Chelatbildner

- Viele Chelatoren im Boden
- Werden von Pflanzen, Bakterien und Pilzen in den Boden sekretiert (z. B. Jones und Darrah 1994; Neilands 1995; Cescoet al. 2012) und beeinflussen die Mineralverteilung zwischen Bodenpartikeln und Lösung.
- Ob Glyphosat die Bioverfügbarkeit bestimmter Metalle im Boden beeinflussen kann, hängt von seiner Konzentration und Bindungsstärke im Verhältnis zu natürlich vorkommenden Chelatbildnern ab.

5304

Environ Sci Pollut Res (2018) 25:5298–5317

Table 1 Reported stability constants for various chelating agents and metals

Metal	EDTA ^{a,1}	Citric Acid ^{a,1}	Oxalic Acid ^{b,3}	Fomic Acid ^{c,2}	Glycine ^{d,3}	Siderophores ^{e,1,2}	Glyphosate ²	AMPA ^{g,2}
Ca ²⁺	12.4	4.9		0.3	1.4	6.0	3.3 ^f	1.6
Cd ²⁺	18.2	5.0	3.0	1.2	7.1–8.1	7.9	7.3 ^a	5.1
Co ²⁺	18.2	6.3	4.7	0.7	8.4–9.3		7.2 ^a	4.6
Cu ²⁺	20.5	10.9	6.3	1.4	15.2–15.6	14.1–22.3	11.9 ^f	8.1
Fe ²⁺	16	6.1	>4.7		4.3 ^a	7.2–8.3	6.9 ^a	
Fe ³⁺	27.7	13.2	9.4		10.9 ^a	23–52		
Mg ²⁺	10.6	4.9	2.6	0.3	3.4–4.0		3.3 ^f	1.9
Mn ²⁺	15.6	5.0	3.9		3.7 ^a	17.3–47.5	5.5 ^f	3.6
Ni ²⁺	20.1	6.6	5.2	0.7	10.6–11.2		8.1 ^a	5.3
Zn ²⁺	18.2	6.1	4.9	0.7	8.9–10.0	4.4–19.8	8.4 ^f	4.9



Boden Rhizosphäre

- **gegensätzliche Ergebnisse**
- Es wurde gezeigt, dass Glyphosat geringfügige oder keine Auswirkungen auf die Bodenatmung, die mikrobielle Biomasse und die Struktur und Funktionen der mikrobiellen Gemeinschaft hat, selbst wenn es in höheren Dosen als den empfohlenen Feldraten angewendet wird (Busse, 2001; Weaver, 2007).
- Parallel dazu wurden stimulierende Wirkungen von mikrobieller Aktivität nach Glyphosatapplikation berichtet (Zabaloy, 2008; Gomez, 2009; Haney, 2000; Lane, 2012)
- Unterschiedliche Empfindlichkeit mikrobieller EPSPS-Enzyme (target) gegenüber Glyphosat

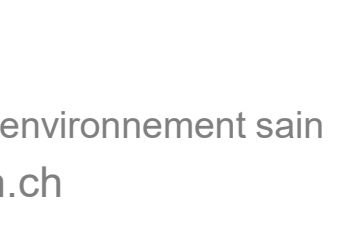
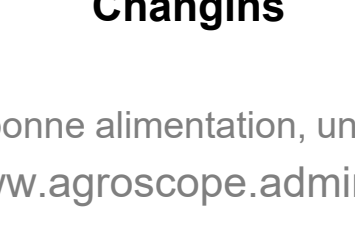
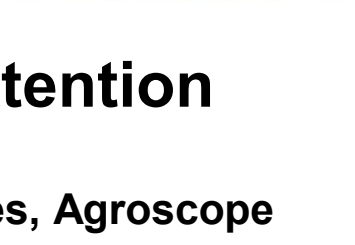


EFSA Gutachten

- **Renewal Assessment Report (EFSA 2015b) :**

“Findings have shown that glyphosate can be transferred from the roots of target plants to the rhizosphere and non-target plants can also be influenced (e.g. reduced absorption of micronutrients – Mn and Fe deficiency). Glyphosate is a strong chelator to various divalent cations such as Ca, Fe, Cu and Mn. Glyphosate binds micronutrients in the soil and can cause micronutrient deficiencies in plants that increase their susceptibility to disease, especially on soils with pure nutrient content.”

“Glyphosate can reduce some beneficial organisms such as saprophytic fungi that decompose dead plant material and are important for soil fertility. Studies have shown that glyphosate stimulates the growth of a number of fungal pathogens that cause diseases in crops.”



Merci pour votre attention

Malherbologie, Grandes cultures, Agroscope Changins

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain
www.agroscope.admin.ch