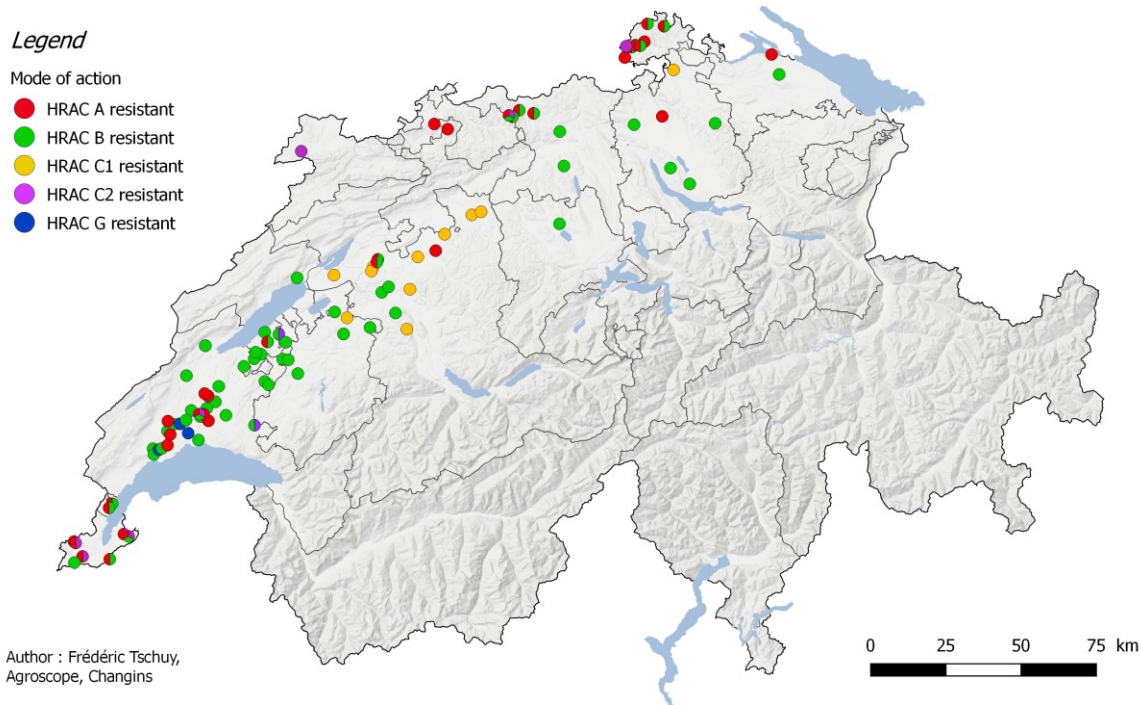




# Actualités sur les résistances aux herbicides en Suisse

Herbicide resistance in Switzerland (2011-2018)  
All species



Fred Tschuy, Judith Wirth, Agroscope

6ème Journée phytosanitaire Grandes Cultures, Morat, 30.01.2019



# Actualités sur les résistances aux herbicides en Suisse

## Menu

- Cartes des résistances
- Analyses moléculaires / résistances liées à la cible
- Résistances croisées chez les inhibiteurs de l'ALS
- Mécanismes de résistance du vulpin aux MA de Conviso One?
- Betterave sucrière: gestion des repousses de betteraves résistantes aux sulfonylurées
- Questions / Réponses



# Chénopode blanc / weißer Gänsefuß

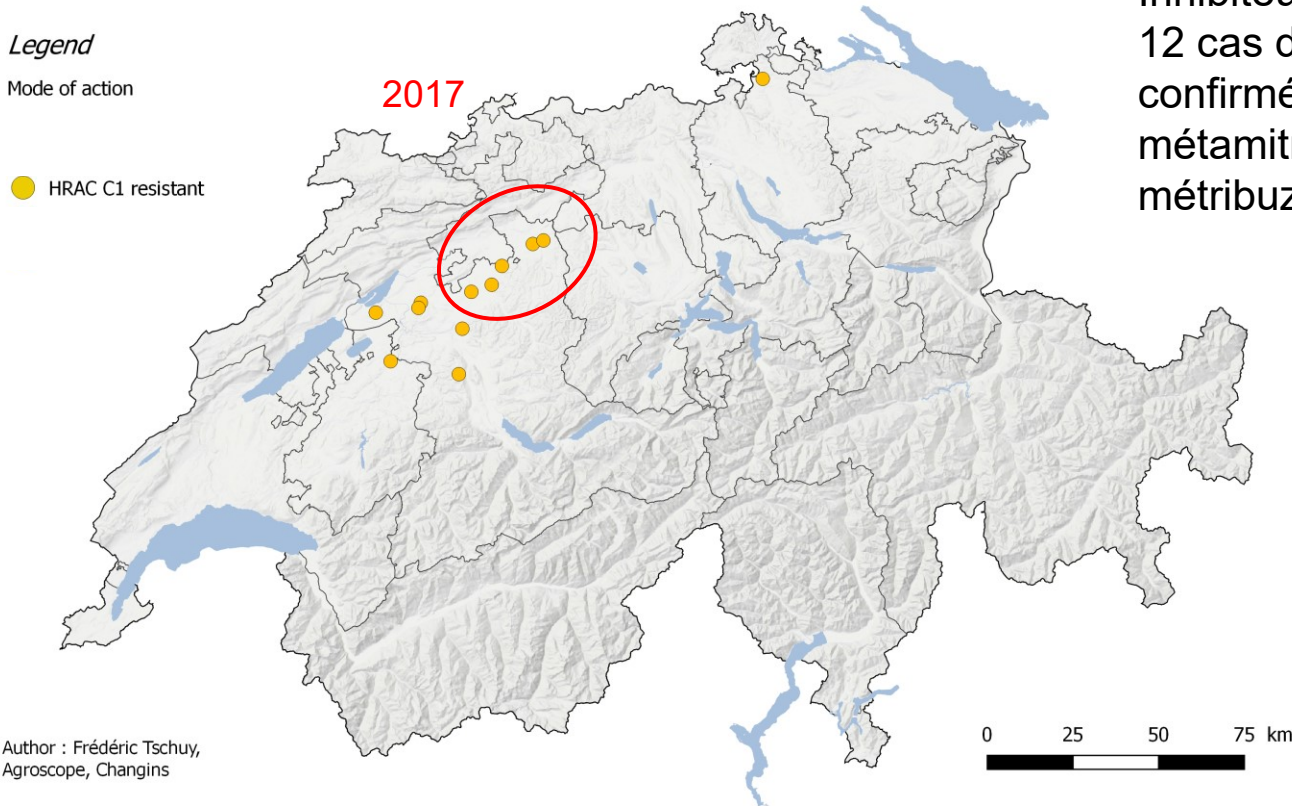
Herbicide resistance in Switzerland (2011-2018)  
Fat-hen (*Chenopodium album*)

## Legend

Mode of action

● HRAC C1 resistant

Inhibiteur du PS II (C1):  
12 cas de résistances  
confirmés contre  
métamitron,  
métribuzine, lénacile





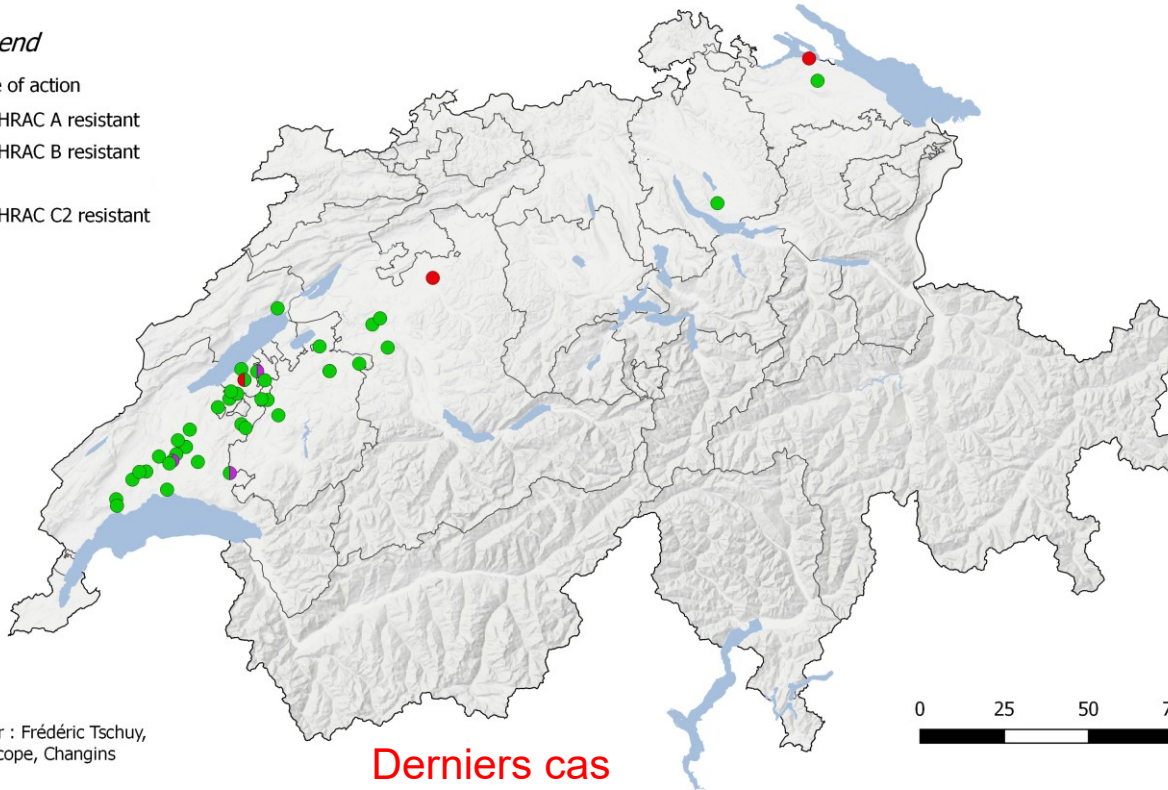
# Agrostide / Windhalm

Herbicide resistance in Switzerland (2011-2018)  
Loose silky-bent (*Apera spica-venti*)

## Legend

Mode of action

- HRAC A resistant
- HRAC B resistant
- HRAC C2 resistant



Author : Frédéric Tschuy,  
Agroscope, Changins

**Derniers cas  
en 2017 :  
VD, FR, BE**

ALS (B):  
41 cas contre  
iodosulfuron (et  
sulfosulfuron)

ACCase (A):  
3 cas contre fluazifop-  
P-butyle (dès 2016)





Inhibiteur du PS II (C2):  
3 cas contre isoproturon

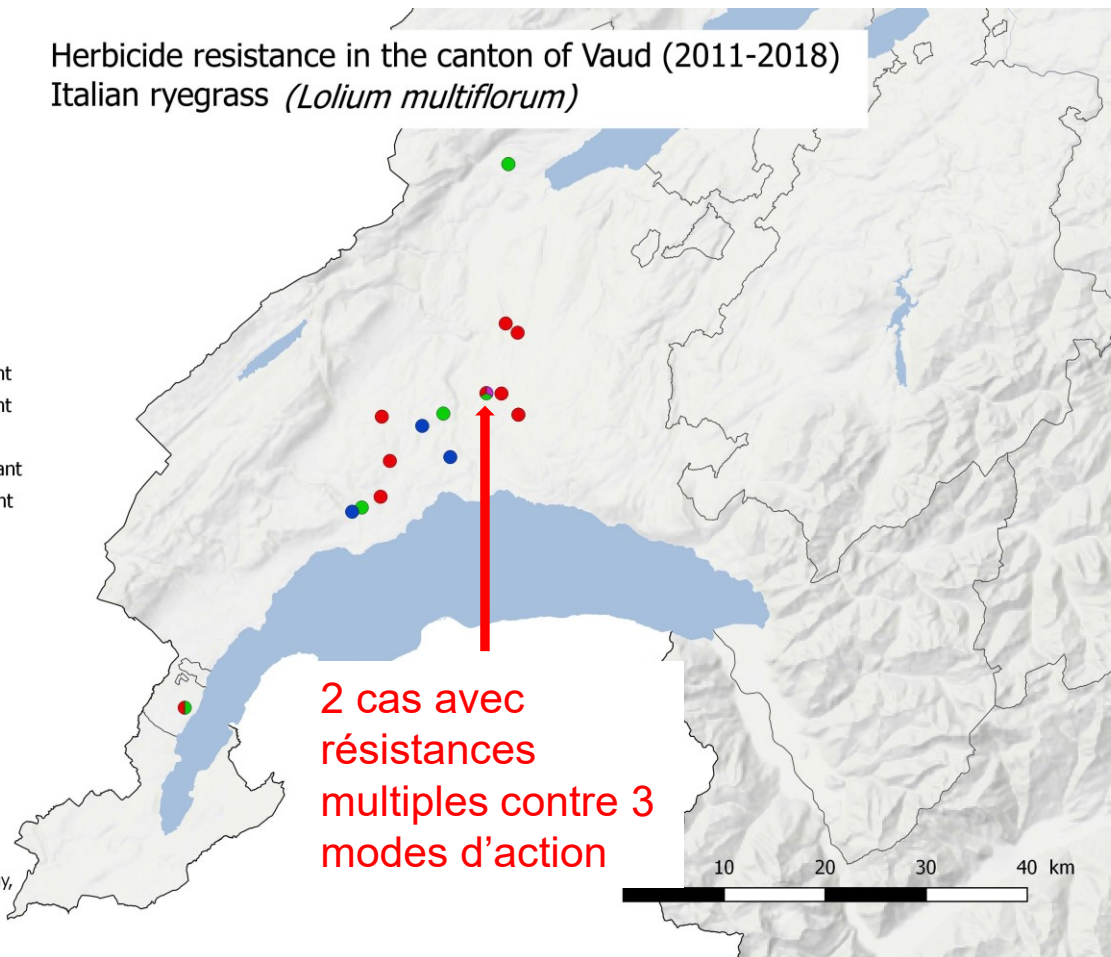
# Ray-grass d'Italie / Italienische Raygras

Herbicide resistance in the canton of Vaud (2011-2018)  
Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*)

## Legend

Mode of action

-  HRAC A resistant
-  HRAC B resistant
-  HRAC C2 resistant
-  HRAC G resistant



Author: Frédéric Tschuy,  
Argoscope, Changins

ALS (B):  
7 cas contre  
iodosulfuron

ACCase (A):  
11 cas contre fluaazifop-  
P-butyle, cycloxydime et  
pinoxaden

Inhibiteur du PS II (C2):  
2 cas contre  
chlortoluron

ESPS (Glyphosate):  
3 cas en 2013 / 2014



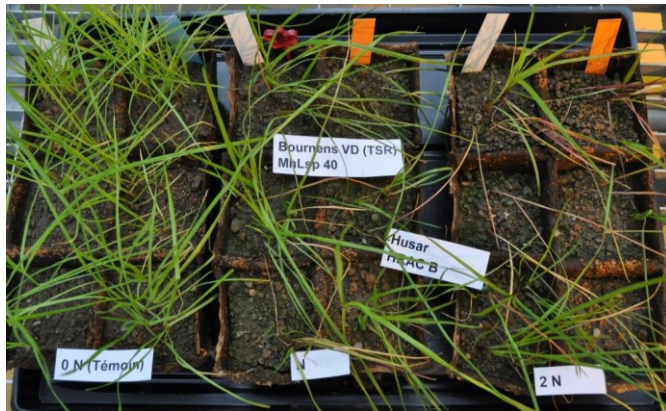


# Ray-grass à Bournens VD

- Résistance multiples à 3 modes d'action (HRAC A, B, C2)
- Région à betteraves



HRAC A: Axial (Pinoxaden)  
N = 0.45 l/ha



HRAC B: Husar (Iodosulfuron)  
N = 200 g/ha



HRAC C2: Carmina (Chlortoluron, Diflufénican)  
N = 2.5 l/ha



# Vulpin des champs / Ackerfuchsschwanz

Herbicide resistance in Switzerland (2011-2018)  
Black grass (*Alopecurus myosuroides*)

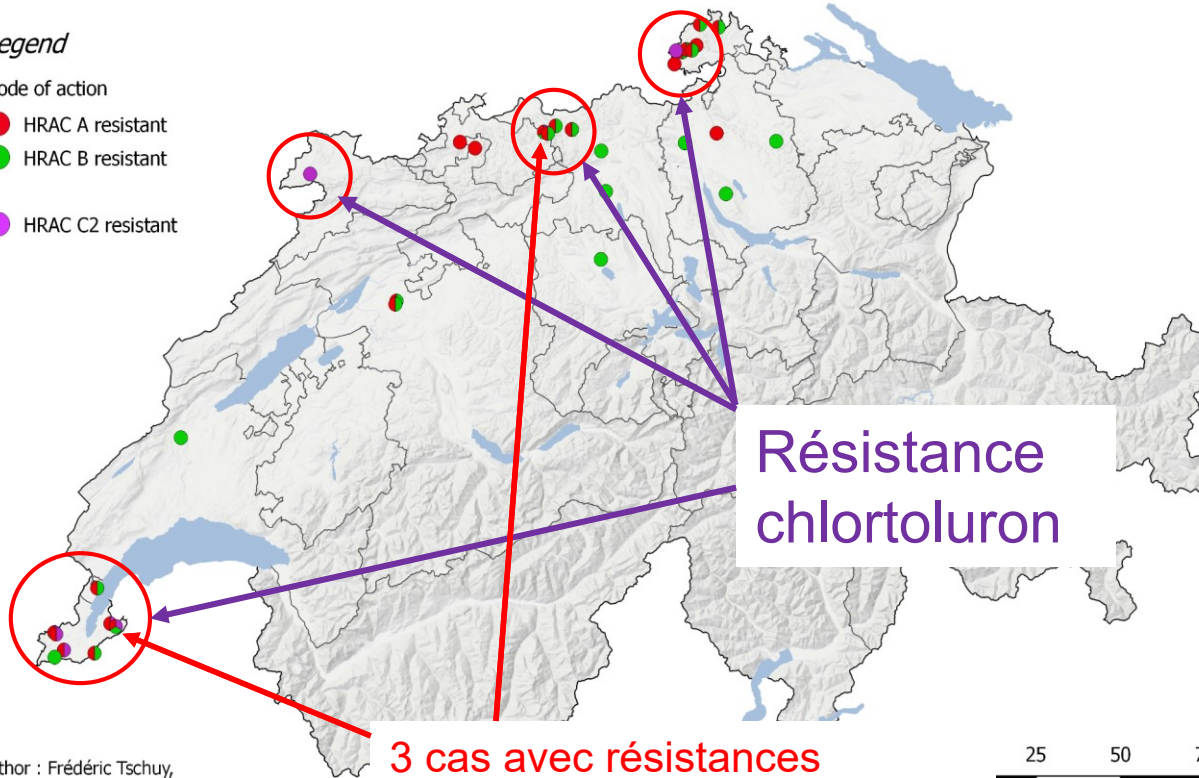
## Legend

Mode of action

● HRAC A resistant

● HRAC B resistant

● HRAC C2 resistant



Résistance  
chlortoluron

3 cas avec résistances  
multiples contre 3 modes  
d'action (dès 2015/2016)

Author : Frédéric Tschuy,  
Agroscope, Changins

ALS (B):  
25 cas contre  
iodosulfuron, flupysulfuron  
ou pyroxsulam

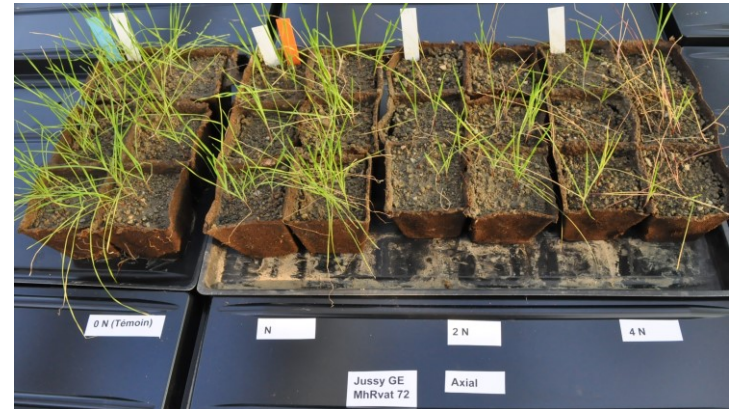
ACCase (A):  
25 cas contre fluazifop-P-  
butyle, cycloxydime et  
pinoxaden

Inhibiteur du PS II (C2):  
8 cas contre chlortoluron

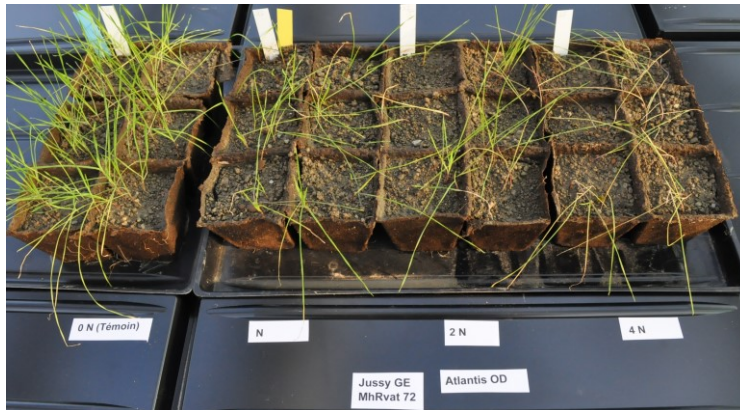


# Vulpin à Jussy GE

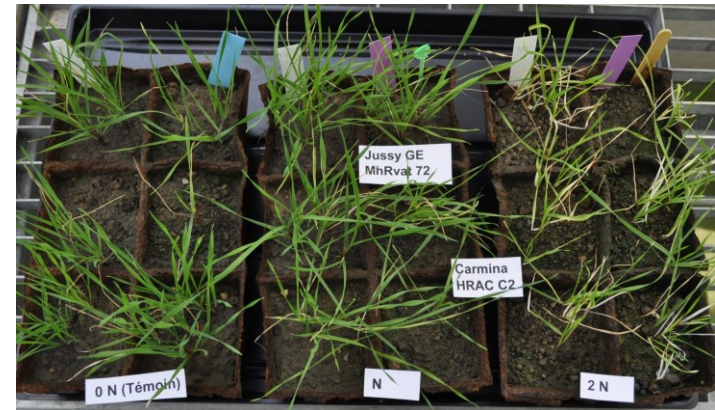
- Résistance multiples à 3 modes d'action (HRAC A, B, C2)



HRAC A: Axial (Pinoxaden)  
N = 0.45 l/ha



HRAC B: Atlantis OD (Iodosulfuron, Mésosulfuron)  
N = 1 l/ha



HRAC C2: Carmina (Chlortoluron, Diflufénican)  
N = 2.5 l/ha

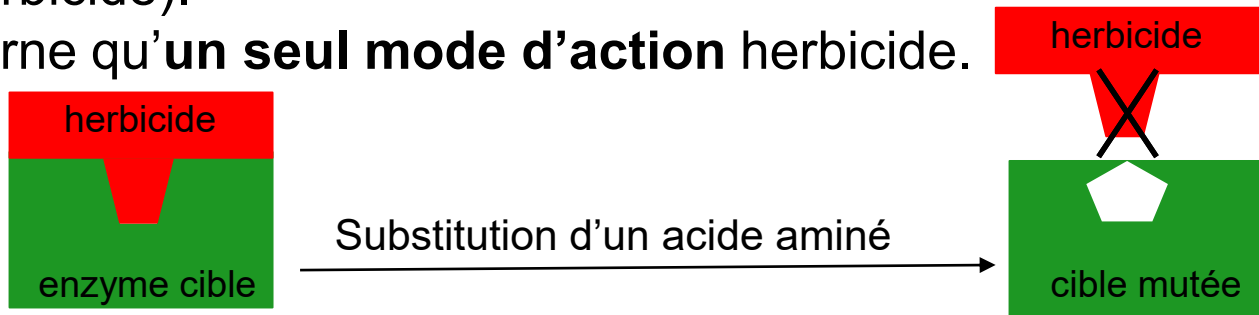




# Deux types de résistances

- Résistance liée à la cible (**RLC** [TSR], mutation de la cible de l'herbicide).

Concerne qu'un **seul mode d'action** herbicide.



- Résistance non liée à la cible (**RNLC** [NTSR], due à d'autres mécanismes),  
par exemple dégradation rapide de l'herbicide par l'adventice.  
Implique de nombreux gènes et peut toucher simultanément des **modes d'actions différents**.



# Analyses moléculaires



<http://www.identxx.com/de>



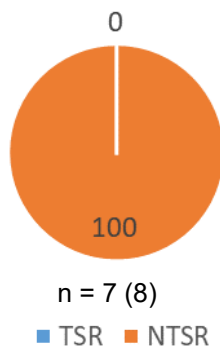
<http://www.plantalyt.de/en/>

Des feuilles des plantes résistantes en serre sont analysées pour détecter si il y a des résistances liée à la cible/Wirkortresistenzen

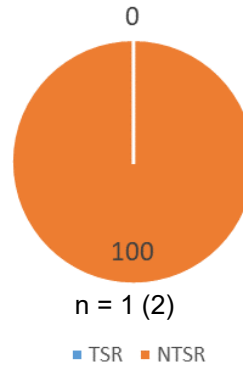


# Résistances aux inhibiteurs du photosystème II (HRAC C1 / C2)

Vulpin PSII C2



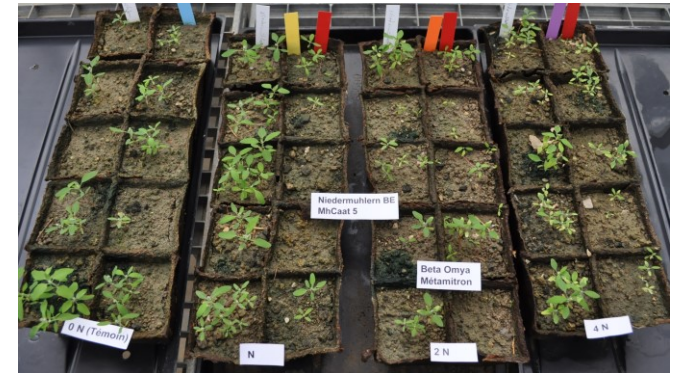
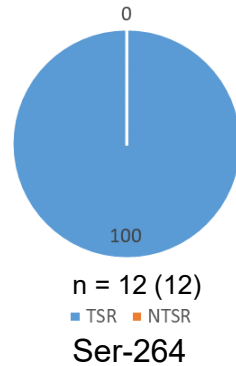
Ray-grass PSII C2



Agrostide PSII C2



Chénopode PSII C1



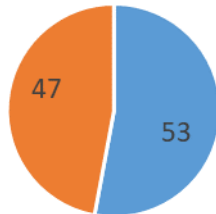
HRAC C1: Beta Omya (Métamitron)  
N = 5 l/ha





# Résistances aux inhibiteurs d'ACCCase (HRAC A)

Vulpin ACCCase

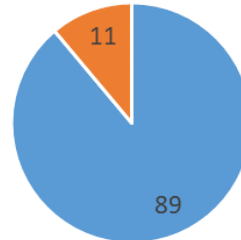


n = 17 (25)

■ TSR ■ NTSR

Ile-1781  
Ile-2041  
Asp-2078

Ray-grass ACCCase



n = 9 (11)

■ TSR ■ NTSR

Ile-1781  
Ile-2041

Agrostide ACCCase



n = 2 (3)

■ TSR ■ NTSR

Chez le vulpin la mutation Ile-1781 donne une résistance contre le cycloxydime et le fenoxaprop-P (Délye et al., 2008)

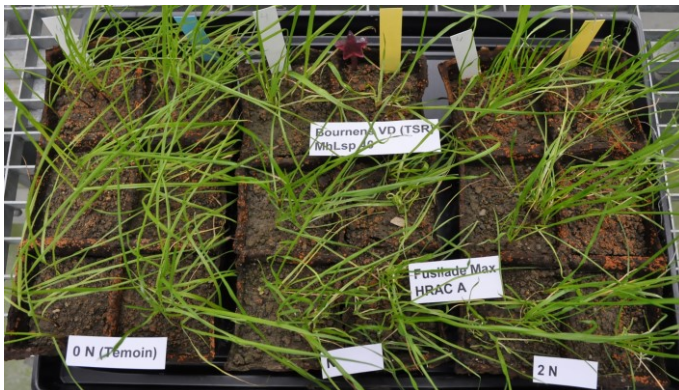


# Résistances aux Fop, Dim et Den chez le ray-grass à Bournens VD

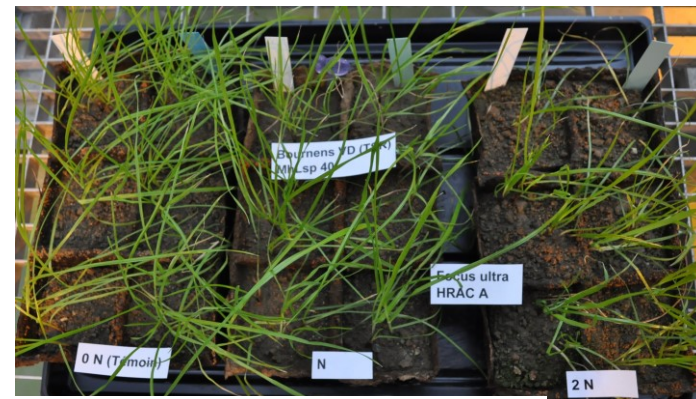
- Résistance à 3 familles chimiques avec la même mode d'action (HRAC A)
- RLC Ile-1781 et RNLC



HRAC A: Axial (Pinoxaden)  
N = 0.45 l/ha

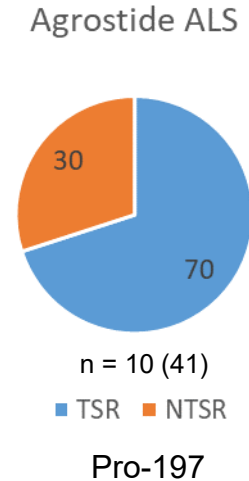
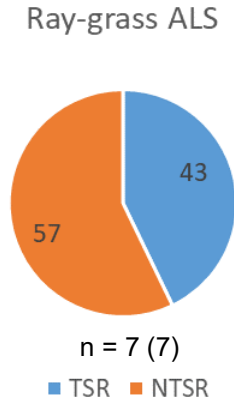


HRAC A: Fusilade Max (Fluazifop-P-butyle)  
N = 2 l/ha



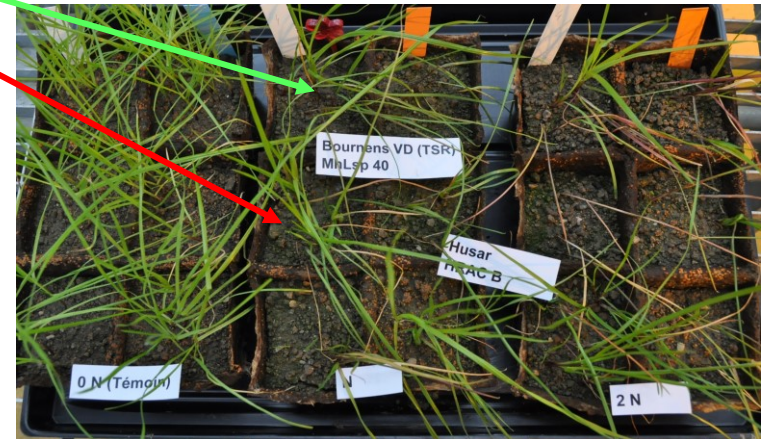
HRAC A: Focus ultra (Cycloxydime)  
N = 3 l/ha

# Résistances aux inhibiteurs d'ALS (HRAC B)



Pro-197  
Asp-376  
Trp-574

Résistance à  
tous les  
inhibiteurs de  
l'ALS (selon  
Délye, INRA)



HRAC B: Husar (Iodosulfuron) sur ray-grass  
N = 200 g/ha





# Trois questions spécifiques

- Concernant la diversité des familles chimiques pour le mode d'action des inhibiteurs d'ALS (HRAC B)

Q1: Est-ce que une résistance au iodosulfuron est également une résistance (potentielle) aux autres familles chimiques ?  
(iodosulfuron = thiencarbazone = imazamox = pyroxsulame).

Q2: Quels sont les mécanismes de résistance du vulpin aux matières actives du produit Conviso One? Quels sont les risques de résistance croisée?

- Concernant la betterave sucrière VTH

Q3: Comment gérer les repousses de betteraves résistantes aux sulfonylurées?



# Q1: concernant les résistances croisées chez les inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS)

Est-ce que une résistance au iodosulfuron est également une résistance (potentielle) aux autres familles chimiques (iodosulfuron = thiencarbazone = imazamox = pyroxsulame) ?

Resistenzen gegenüber anderen Wirkstoffen der HRAC Gruppe B?

HRAC	Mode d'action/ Wirkungsmechanismus	Famille chimique/ chemische Familie	Substance/ Wirkstoff
B	Inhibiteurs de l'ALS (quatre familles mais un seul mode d'action)	Sulfonylurées	Mesosulfuron
			Iodosulfuron
			Flupyrsulfuron
		Imidazolinones	Imazamox
		Triazolopyrimidines	Pyroxsulam
			Florasulam
		Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones	Propoxycarbazone
			Thiencarbazone-methyl



# Q1: concernant les résistances croisées chez les inhibiteurs de l'ALS

## RLC

- mutation au codon 574: résistance à tous les inhibiteurs de l'ALS
- autres mutations: profils de résistance variables entre familles chimiques ou entre substances.

une RLC sur l'ALS réduit la sensibilité aux inhibiteurs de l'ALS!



## RNLC

- un peu la même chose. Sauf que dans ce cas, on ne connaît généralement ni les mutations, ni les gènes.

→ en conclusion: si on a présence de RLC ou RNLC à un inhibiteur de l'ALS

1. on aura généralement une moindre sensibilité à un autre inhibiteur de l'ALS et
2. selon l'ampleur de cette diminution de sensibilité, on pourra (ou pas) observer une résistance à un autre inhibiteur de l'ALS (selon Délye, INRA Dijon).







# Q1: concernant les résistances croisées chez les inhibiteurs de l'ALS

**Tab. 2** Resistenzhäufigkeit im Vergleich der aktuell untersuchten Herbizide im Mittel der Untersuchungs-jahrgänge 2004 bis 2016 (n = 463 Herkünfte). Bayern, Deutschland

**Tab. 2** Rate of herbicide resistance in case of current evaluated herbicides averaged over tests conducted 2004 - 2016 (n = 463 biotypes).

Präparat (Handelsname)	Wirkstoff (a.i.)	Anteil resistenter HRAC Herkünfte (%)		
		HRAC	Herkünfte (%)	
Lexus + Trend*	Flupyrsulfuron	B	16,9	Sulfonylharnstoff
Sword	Clodinafop	A	15,4	
Axial 50	Pinoxaden	A	14,2	
Attribut	<u>Propoxycarbazone</u>	B	10,1	Triazolinon
Lentipur 700	Chlortoluron	C2	5,9	
Atlantis OD	<u>Mesosulfuron + Iodosulfuron</u>	B	5,7	Sulfonylharnstoff
Broadway + FHS*	<u>Pyroxsulam + Florasulam</u>	B	3,5	Triazolopyrimidin
Focus Ultra	Cycloxydim	A	2,0	
Kelvin OD	Nicosulfuron	B	0,7	Sulfonylharnstoff
Cadou SC	Flufenacet	K1	0,0	



\*präparatespezifischer Formulierungshilfsstoff

Gehring et al., 2018, 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, S.113 -120



# Q1: concernant les résistances croisées chez les inhibiteurs de l'ALS



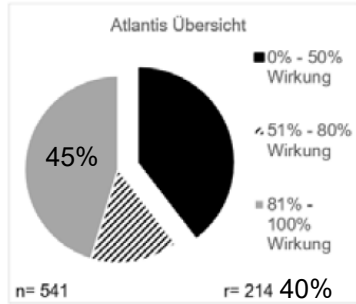
Tab. 1 Herbicides used in the resistance test. Niedersachsen, Deutschland

Herbizid	Wirkstoff	Wirkstoffgruppe
Cadou SC 2008-dato	Flufenacet	K
Arelon Top* bis 2009	Isoproturon	C
Boxer 2009-2011	Prosulfocarb	N
Ralon Super bis 2010	Fenoxaprop-P	A
Focus Ultra + Dash ab 2009	Cycloxydim	A
Select + Parasommer ab 2014	Clethodim	A
Motivell 2010-11	Nicosulfuron	B
Kelvin ab 2012-13	Nicosulfuron	B
Motivell Forte ab 2014	Nicosulfuron	B
MaisTer 2014-16	Iodosulfuron + Foramsulfuron	B
MaisTer Power ab 2016	Iodosulfuron + Foramsulfuron + Thiencarbazone	B
Atlantis OD bis 2009	Iodosulfuron + Mesosulfuron	B
Atlantis WG + FHS ab 2010	Iodosulfuron + Mesosulfuron	B
Lexus + FHS bis 2013	Flupyralsulfuron	B
Kerb FLO ab 2010	Propyzamid	K
Roundup Power Flex ab 2015	Glyphosat	G

= Equip Power

Conviso One

Beginnende Flufenacet Resistenz



r = Anteil getesteter Proben hoch resistent gegenüber Atlantis.  
 n = Anzahl jeweils getesteter Proben  
 R = Anteil getesteter Proben hoch resistent gegenüber Atlantis und zusätzlicher Resistenz gegenüber dem jeweilig angegebenen Produkt/Wirkstoff.

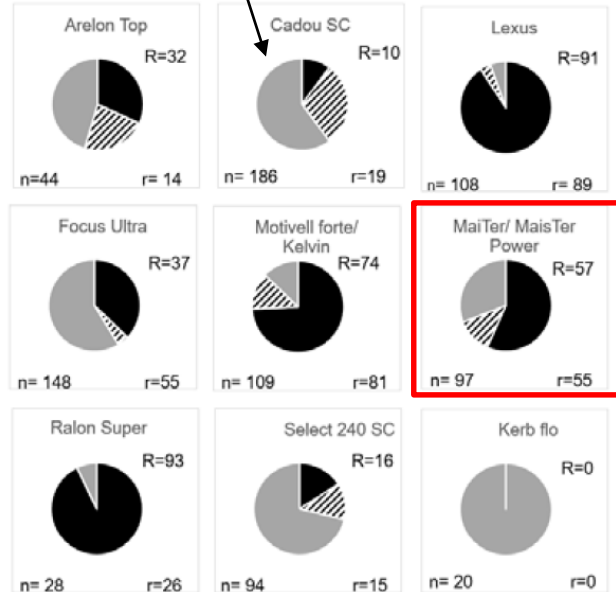


Abb. 3 Multiple Resistenz in *Alopecurus myosuroides* bis 2016.  
 Fig. 3 Multiple resistance in *Alopecurus myosuroides* until 2016.

Warnecke-Busch et al., 2018, 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, S.132 -142



# Q1: concernant les résistances croisées chez les inhibiteurs de l'ALS



Pflanzenart	Land	Sulfonylharnstoffe	Imidazoline	Triazolopyrimidine	Triazolinone
Stellaria media	Germany	amidosulfuron iodosulfuron mesosulfuron nicosulfuron thifensulfuron tribenuron triflurosulfuron tritosulfuron	imazamox	florasulam pyroxsulam	
Papaver rhoeas	Germany		imazamox	florasulam	
	Greece	chlorsulfuron thifensulfuron triasulfuron tribenuron	imazamox	florasulam	
Senecio vulgaris	France	flazasulfuron iodosulfuron mesosulfuron metsulfuron prosulfuron tribenuron	imazamox	florasulam	thiencarbazone
Amaranthus retroflexus	Italy	nicosulfuron thifensulfuron	imazamox		
Echinochloa crus-galli	Italy	azimsulfuron nicosulfuron	imazamox	penoxsulam	

## Q2: Quels sont les mécanismes de résistance du vulpin aux MA de Conviso One?

- KWS a sélectionné une betterave résistante aux sulfonylurées  
→ variété Smart Belamia KWS
- Cultivation avec un herbicide de Bayer qui est efficace contre pratiquement tous les adventices  
→ Conviso One
- Conviso One:  
**Foramsulfuron** (Sulfonyleurée, foliaire, anti-graminées et dicots)  
et **Thiencarbazone** (Triazolinone, racinaire, plutôt anti-dicots),
- 1 l/ha ou 2x 0.5 l/ha





## Q2: Quels sont les mécanismes de résistance du vulpin aux MA de Conviso One?

- Deux graminées très problématiques: vulpin et ray-grass
- Résistances aux ALS très répandues en Europe
- Vulpin Suisse: RNLC
- Ray-grass Suisse: RNLC et RCL
- Les deux résistances peuvent donner une résistance à la pleine dose de Conviso (Délye, INRA Dijon)
- Attention aux Chénopodes, Amaranthes réfléchies (quelques cas de résistances aux ALS en Europe)!
- La vitesse de sélection dépendra évidemment de la fréquence de la betterave VTH dans la rotation

## Q2: Quels sont les mécanismes de résistance du vulpin aux MA de Conviso One?

- éviter d'utiliser Conviso seul contre Vulpin et Ray-grass en cas d'absence de résistance à des inhibiteur de l'ALS, pour ne pas sélectionner de résistance.
  - associer le Conviso à un autre mode d'action pour lequel il n'y a pas de résistance.
- Il faut aussi compter une application de Conviso comme une application d'un autre inhibiteur de l'ALS (iodo+méso, pyroxsulame...) dans la rotation.
- éviter d'utiliser Conviso contre Vulpin et Ray-grass sur les parcelles où une résistance à d'autres inhibiteurs de l'ALS est déclarée, car dans ce cas, le risque qu'une résistance au Conviso soit également présente est non négligeable.

# Betterave sucrière: gestion des repousses de betteraves résistantes aux sulfonylurées

- La semence ne doit en aucun cas être mélangée avec de la semence de variétés standards
- Il faut absolument éviter des repousses dans les cultures suivantes!
- Un arrachage strict et minutieux des betteraves montées est obligatoire!
- Travail du sol profond après la récolte pour enfouir les collets



# Nous vous remercions pour votre attention

Questions ?

