



*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée*

Session adventices

Stratégies de maîtrise des adventices dans les systèmes de culture bio : résultats issus du réseau RotAB

Pascale Métais, Arvalis – Institut du végétal

Régulation biologique de la flore adventice par les couverts

Stéphane Cordeau , INRA UMR Agroécologie

Temps de partage : Maîtriser les adventices en grandes cultures bio, construire une stratégie avec ou sans labour ?

avec la participation de la salle et les témoignages de Joséphine Peigné (chercheuse à l'ISARA Lyon), Loïc Prieur (expérience de technicien au CREAB), et Pascal Alboussière (agriculteur dans la Drôme)

Lyon, le 22 novembre 2017

Colloque organisé par l'ITAB, en collaboration avec l'ISARA-Lyon et en partenariat avec les acteurs des projets InnovAB (CASDAR) et Réseau AB Dephy (EXPE Ecophyto)



*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée*

Stratégies de maîtrise des adventices dans les systèmes de culture bio : résultats issus du réseau RotAB

Pascale Métais, Camille Frottier Bernard,
Anne-Laure de Cordoue

ARVALIS – Institut du Végétal



Lyon, le 22 novembre 2017

Colloque organisé par l'ITAB, en collaboration avec l'ISARA-Lyon et en partenariat avec les acteurs des projets InnovAB (CASDAR) et Réseau AB Dephy (EXPE Ecophyto)

Objectifs

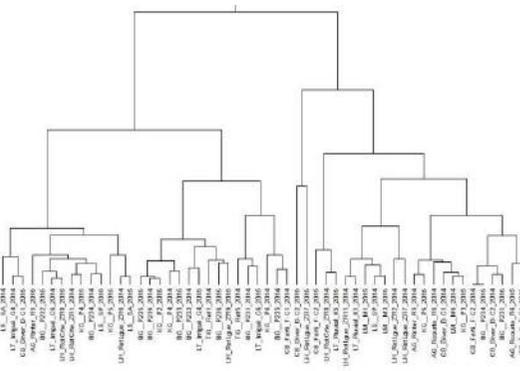
- Quelles sont les performances de maîtrise des adventices des systèmes de grandes cultures biologiques?
- Quelles stratégies permettent d'atteindre ces niveaux de maîtrise ?

Démarche

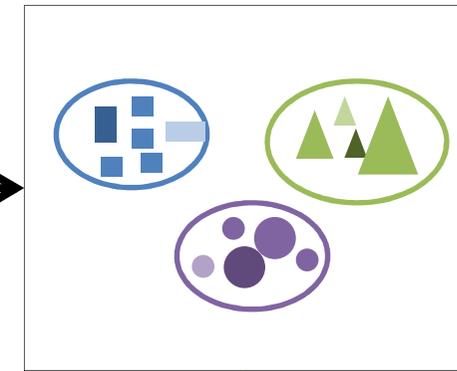
Relevés de flore



Classification des systèmes



Groupes homogènes



 *Image un instant t , pas de dynamique d'évolution*

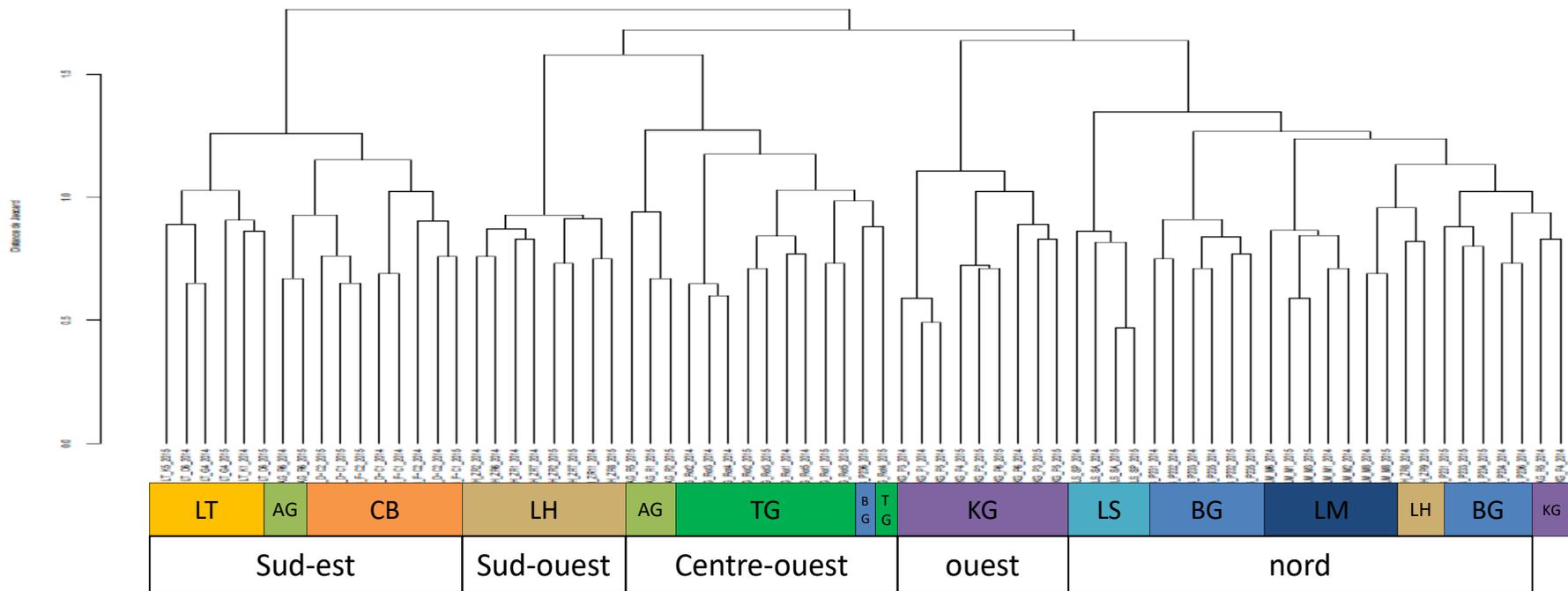
Pratiques agricoles réalisées



 Lien entre les deux ?

Typologie des systèmes suivant la flore adventice présente

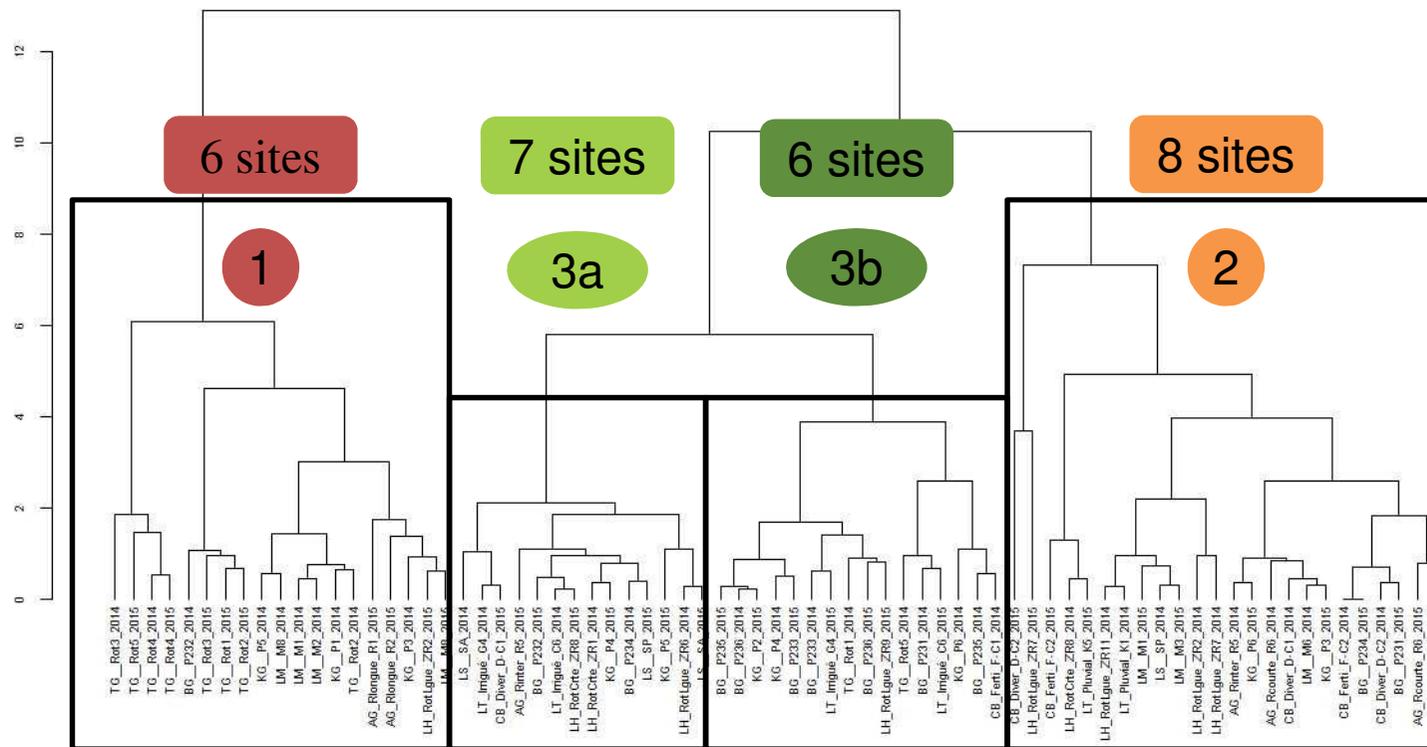
CAH – distance de Jaccard



La composition de la flore dépend avant tout du contexte pédoclimatique...

Typologie suivant le niveau de maîtrise

CAH distance euclidienne - Données standardisées



... mais le système de culture et les pratiques modulent son niveau d'expression

Typologie suivant le niveau de maîtrise

Maitrise :	Faible	Elevée (Densité faible)	Elevée (Biomasse faible)	Intermédiaire
	6 sites	7 sites	6 sites	8 sites
Effectif	19 parcelles	14 parcelles	16 parcelles	24 parcelles
Densité	595	35	113	116
Biomasse	154	66	21	134
Richesse	22	9	18	10
Pielou	0.54	0.77	0.67	0.46

... mais le système de culture et les pratiques modulent son niveau d'expression

Lien entre niveau de maîtrise et pratiques

Maitrise	Stratégie
Faible	Stratégie contrainte par un contexte pédoclimatique défavorable. Choix des leviers limité
Intermédiaire	Stratégie basée sur la répétition de passages mécaniques : déchaumage, faux-semis, désherbage mécanique
Elevée (Densité faible)	Stratégie variable d'un système à l'autre
Elevée (Biomasse faible)	Stratégie basée sur l'optimisation de la compétition par les cultures et plantes de services

CAH – ACP – description des groupes

La stratégie mise en œuvre et le niveau de maîtrise sont liés. Le meilleur niveau de maîtrise de la flore est atteint par une stratégie préventive de couverture et compétition

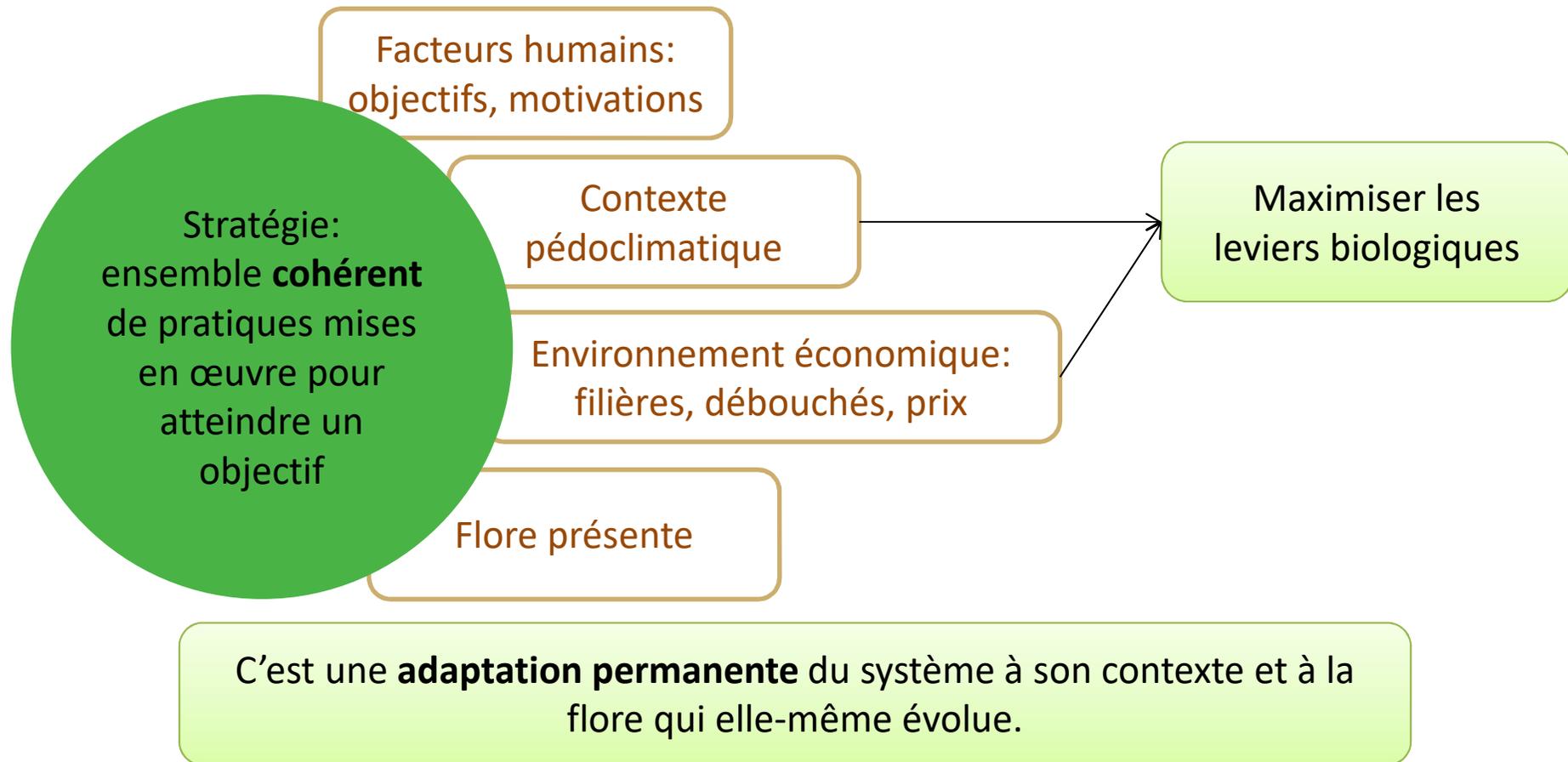
Lien entre niveau de maîtrise, pratiques et coûts

Maitrise	Stratégie	Coût: mécanisation et main d'oeuvre
Faible	 Choix limité	135 € / ha / an
Intermédiaire	 Passages répétés	232 € / ha / an
Elevée (Densité faible)	Stratégie variable	190 € / ha / an
Elevée (Biomasse faible)	 Compétition	

ANOVA

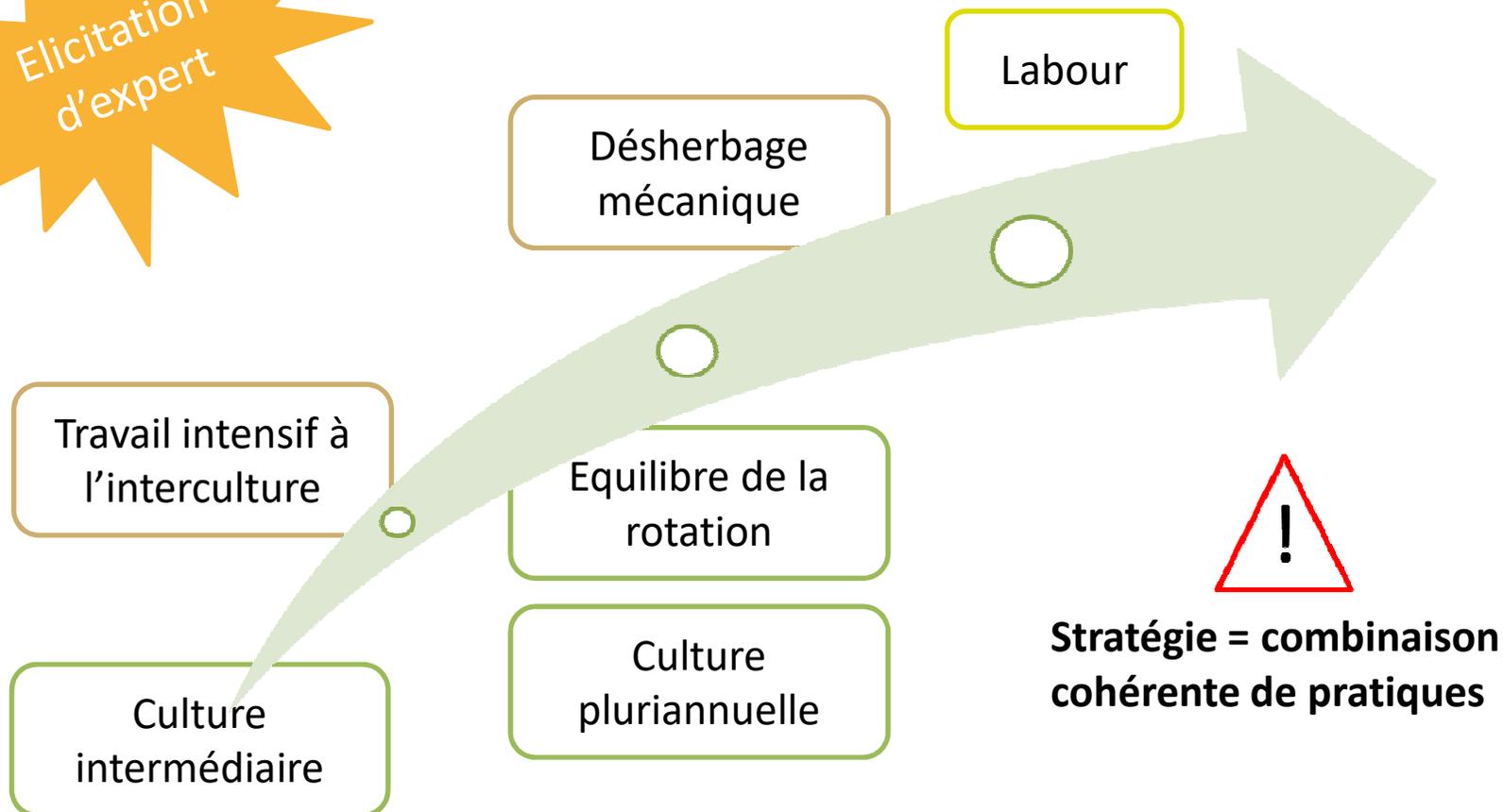
Les stratégies basées sur la régulation par compétition apportent un bon compromis entre maîtrise de la flore et des charges

Comment construire sa stratégie ?



Quelles sont les pratiques les plus efficaces ?

Elicitation
d'expert



Conclusion

Site

Composition floristique



Pratiques

Niveau de maîtrise
abondance et biomasse totales



La composition de la flore dépend du site, mais les pratiques modulent son expression générale

Conclusion



➤ 4 niveaux de maîtrise

➤ 3 grandes stratégies

- Choix limités 
- Passages répétés 
- Compétition 

La stratégie de compétition apporte de meilleurs résultats lorsqu'elle est possible

➤ Adaptation aux objectifs et au contexte

Pour aller plus loin...

- Fiches adventice/ système
- Mémoire de fin d'étude de Camille Frottier

- Et aujourd'hui :
 - Stand « Butinage » sur les adventices

Avec la contribution de Florian Celette, Catherine Vacher, Florent Duyme, Emmanuelle Héritier, François Piraux, Vincent Payet, Anne Aveline, François Boissinot, Laurence Fontaine, Lionel Jouy, Jean-Luc Verdier, Alain Rodriguez et tous les expérimentateurs du réseau ROTAB.



Merci pour votre attention



Avec l'appui financier de :



ITAB et ARVALIS sont membres du réseau ACTA





*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée*

Régulation biologique de la flore adventice par les couverts



Stéphane CORDEAU
(INRA – UMR Agroécologie)

Lyon, le 22 novembre 2017

Colloque organisé par l'ITAB, en collaboration avec l'ISARA-Lyon et en partenariat avec les acteurs des projets InnovAB (CASDAR) et Réseau AB Dephy (EXPE Ecophyto)

Utiliser des plantes pour réguler des plantes = vieux concept

Published June, 1954

Published June, 1954

Companion Crops for Weed Control in Soybeans¹

R. G. Robinson and R. S. Dunham²

Companion Crops for Weed Control in Soybeans¹

R. G. Robinson and R. S. Dunham²

DON'T FARM
NAKED



PLANT COVER CROPS

are one of the major considerations in soybean production. Because of weeds, soybeans are generally sown sufficiently far apart to permit cultivation by hand or power. Because cultivation accentuates soil erosion, other methods of weed control would be more desirable.

Soybeans are sown with a grain drill in rows 6 or 7 inches apart, weed control is limited to human labor, herbicides, or tillage with the rotary hoe, spike-tooth harrow, or weeder. At present, herbicides are neither dependable nor entirely safe for weed control in soybeans. Successful use of the rotary hoe, harrow, or weeder is dependent on fairly uniform emergence of weeds, favorable weather and soil conditions, and a size differential between soybeans and weeds.

A new practice in soybean production—the use of companion crop competition for weed control—is presented in this paper. The use of weed-competitive crops sown with soybeans is relatively inexpensive; whereas chemical or tillage control methods require additional labor and a cash outlay for chemicals, machinery, and power. In addition to weed control, the new method eliminates cultivation of widely spaced rows and provides soil cover when the soybeans are small, thus reducing soil erosion and organic matter losses associated with normal production methods.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

Two methods of using companion crops were tried: A—sown immediately after planting soybeans, and B—sown 18 days before planting soybeans.

Within method A, soybeans sown in non-cultivated rows 6 inches apart with and without companion crops were compared with soybeans planted in cultivated rows 40 inches apart with and without companion crops (figure 1). In addition, various companion crops and rates of sowing companion crops were compared.

Within method B, soybeans sown in non-cultivated rows 6 inches apart with companion crops were compared with soybeans planted in non-cultivated rows 40 inches apart with companion crops. In addition, various companion crops were compared.

In all trials, soybeans were inoculated. On non-cultivated plots, winter wheat, winter rye, or field pea companion crops were sown with a grain drill; alfalfa, red clover, timothy, brome grass, or winter rye companion crops were sown with seed, and were broadcast and harrowed to cover the seed. On cultivated plots, companion crops were sown directly over the soybean row with a calibrated Planter Jr. garden planter.

Trials were conducted in 1952 and 1953 on Vermillion silt loam at Rosemount, Minn., and in 1953 on Storden silt loam at Westbrook, Minn.

COMPANION CROPS SOWN IMMEDIATELY AFTER SOYBEANS

On May 17, 1952, and May 26, 1953, at Rosemount, Ottawa Marston soybeans were sown with a grain drill at a rate of 2 bushels per acre in rows 6 inches apart and planted with a corn planter at a rate of 1½ bushels per acre in rows spaced 40 inches apart.

¹Contribution from the Department of Agronomy and Plant Genetics, University of Minnesota, St. Paul, Minn. Paper No. 3113, Scientific Journal Series, Minn. Agr. Exp. Sta. Rep. for publication Feb. 18, 1954.

²Assistant Professor and Professor of Agronomy and Plant Genetics.

apart for cultivation. The companion crops were sown the same day in a second operation.

In 1952 the companion crops compared were winter wheat, winter rye, brome grass, alfalfa, medium and clover, timothy, or brome grass at sowing rates of 60, 50, 10, 10, 6, or 10 pounds per acre, respectively, in the non-cultivated soybeans and at rates of 20, 20, 4, 4, 1, or 4 pounds per acre, respectively in the cultivated rows 40 inches apart.

In 1953 the companion crops compared in the non-cultivated soybeans were winter wheat at 30, 60, or 90 pounds per acre, winter rye at 20, 30, or 60 pounds per acre, Chang field peas at 50 pounds per acre, or winter vetch at 30 pounds per acre. Companion crops compared in the cultivated soybean rows were winter wheat, winter rye, Chang field peas, winter vetch, alfalfa, or brome grass at 50, 25, 45, 15, 8, or 4 pounds per acre, respectively.

Companion crop species and rates of sowing within companion crops were randomized and replicated three times. Companion crop plot size in the non-cultivated soybeans was 6 by 132 feet in 1952 and 12 by 66 feet in 1953. In the cultivated soybeans, companion crop plot size was 4 rows by 132 feet in 1952 and 3 or 4 rows by 66 feet in 1953. The most numerous weed species present were *Cyperus podicus*, *Setaria viridis*, *S. latifolia*, *Alopecurus retrofractus*, and *Polygonum spp.* in 1952 and *Cyperus podicus*, *Setaria viridis*, *S. latifolia*, and *Xanthoxylum spp.* in 1953. Soybean yields were obtained both years. Weed control was measured by observations in 1952-53 and by weed plant yields at harvest time in 1953.

At Westbrook Blackhawk soybeans were planted May 15. They were sown with a grain drill at a rate of 2 bushels per acre in rows 6 inches apart. Check plots were planted with a corn planter at a rate of 1 bushel per acre in rows 40 inches apart for cultivation. Companion crops compared were winter wheat, winter rye, or First and Best field peas sown at rates per acre of 60, 50, or 30 pounds, respectively.

Companion crop species were randomized and replicated three times. Plot size was 12 by 44 feet in the non-cultivated soybeans and 4 rows by 44 feet in the cultivated soybeans. Weeds were not numerous and were mostly *Setaria viridis* and *S. latifolia*. Soybean yields were obtained. Weed control was measured by observations and stand estimates.

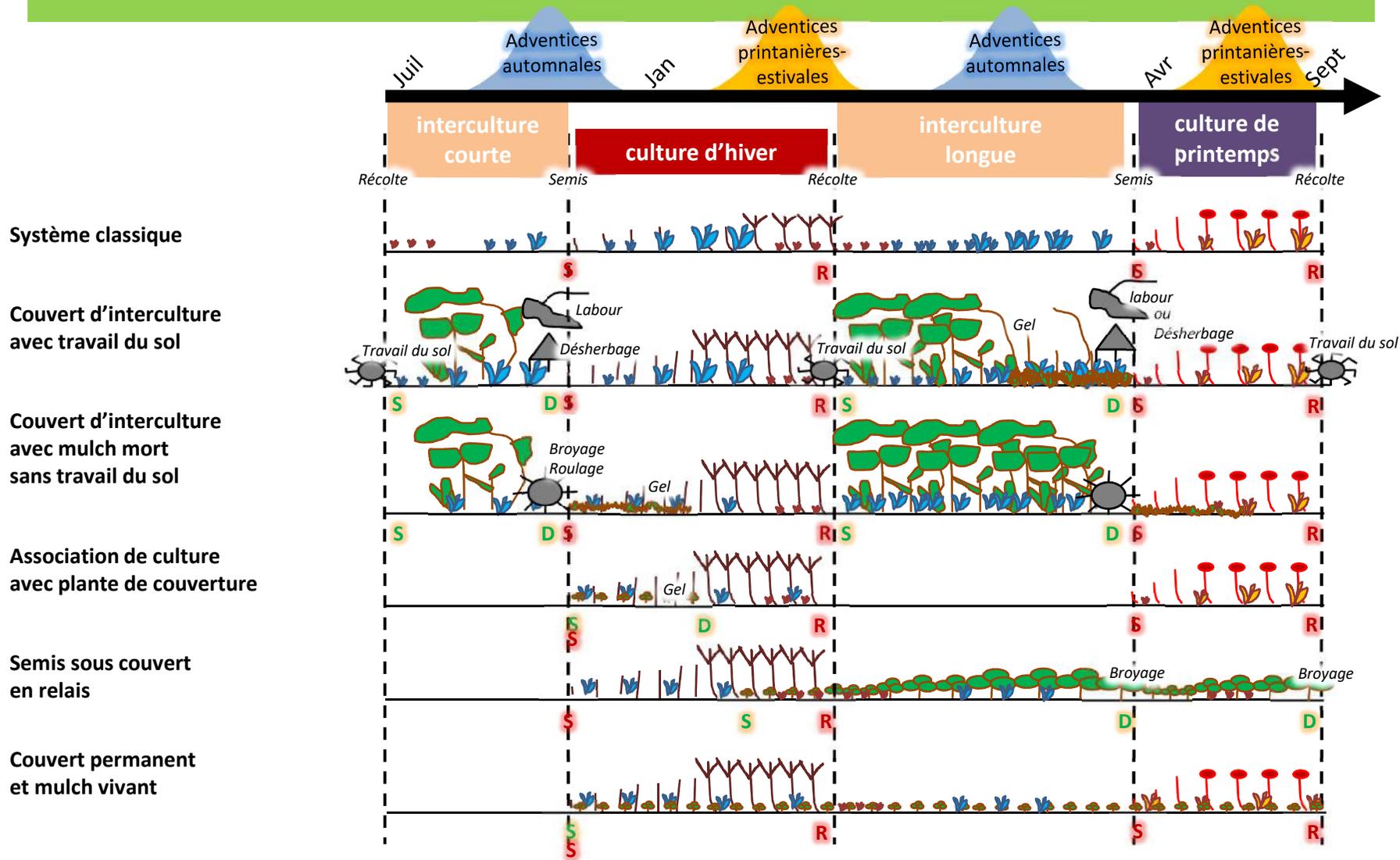
COMPANION CROPS SOWN 18 DAYS BEFORE SOYBEANS

Early sowing of companion crops provides a vegetative cover before soybean planting time, possibly avoiding some erosion losses. Since the soybeans are sown or planted directly in the young companion crops with no seedbed preparation, it was



FIG. 1.—Left, soybeans and winter wheat. Right, cultivated rows 40 inches apart. June 30, 1953.

Diversité d'arrangement spatio-temporel de la diversité cultivée



Grande diversité botanique et écologique de la flore adventice

	Annuelles	Pluriannuelles	Vivaces	Total
Dicotylédones	91	12	28	131 (86%)
Monocotylédones	13	2	5	20 (13%)
Ptéridophytes	0	0	1	1 (1%)
Total (%)	104 (69%)	14 (9%)	34 (22%)	152

1200 espèces adventices des champs cultivées (Jauzein, 1995)

240 dans la flore de Mamarot et Rodriguez (Ed. 2013)

*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017*

Quelques rares exemples de gestion d'adventices vivaces

Weed Suppression by Annual Legume Cover Crops in No-Tillage Corn

John W. Fisk,* Oran B. Hesterman, Anil Shrestha, James J. Kells, Richard R. Harwood, John M. Squire, and Craig C. Sheaffer



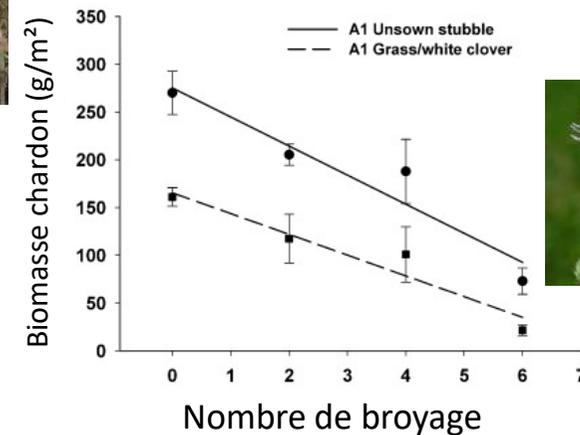
Dans le couvert ->
Densité : pas d'effet, Biomasse : -30 à -75%

Dans la culture suivante ->
pas d'effet

Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems

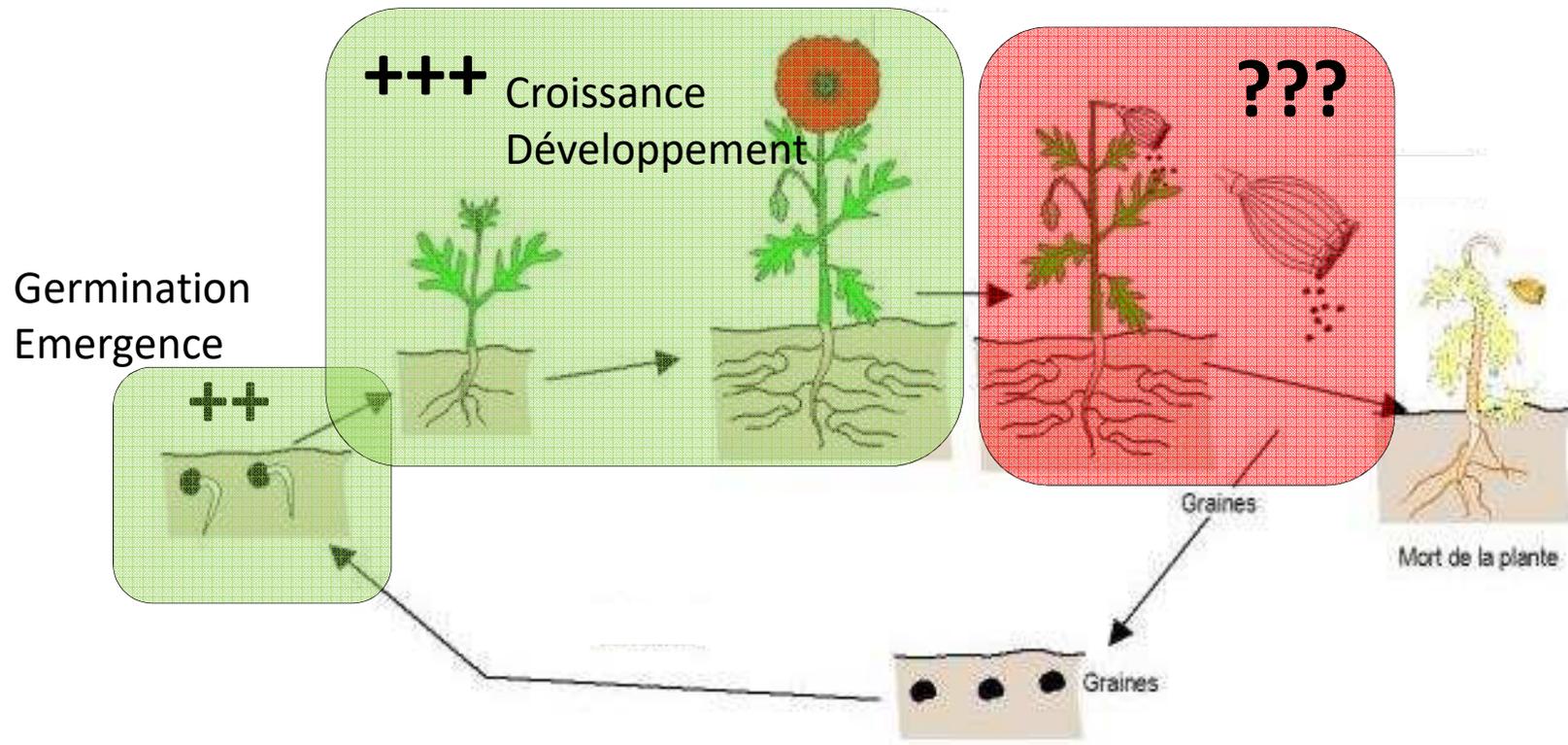
E GRAGLIA, B MELANDER & R K JENSEN

Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Integrated Pest Management, Research Centre Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse, Denmark



Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017

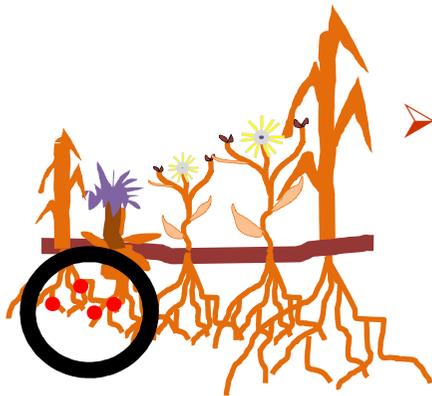
Cycle de vie des adventices annuelles



Processus de régulation biologique des adventices par des couverts

➤ **Compétition** pour des **ressources limitantes**

- aérienne : lumière
- souterraine : eau, nutriment



➤ **Allélopathie**

- effet positif ou négatif de composants chimiques produits par des plantes, micro-organismes, virus ou champignons et qui ont une influence sur la croissance et le développement

Allelopathy for weed control in agricultural systems

Khawar Jabran ^{a,*}, Gulshan Mahajan ^b, Virender Sardana ^b, Bhagirath S. Chauhan ^{c,*}

^a Department of Plant Protection, Adnan Menderes University, Aydin, Turkey

^b Punjab Agricultural University, Ludhiana, Punjab, India

^c Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), The University of Queensland, Toowoomba, Queensland, Australia



➤ **Cas particulier** : lutte contre les plantes parasites

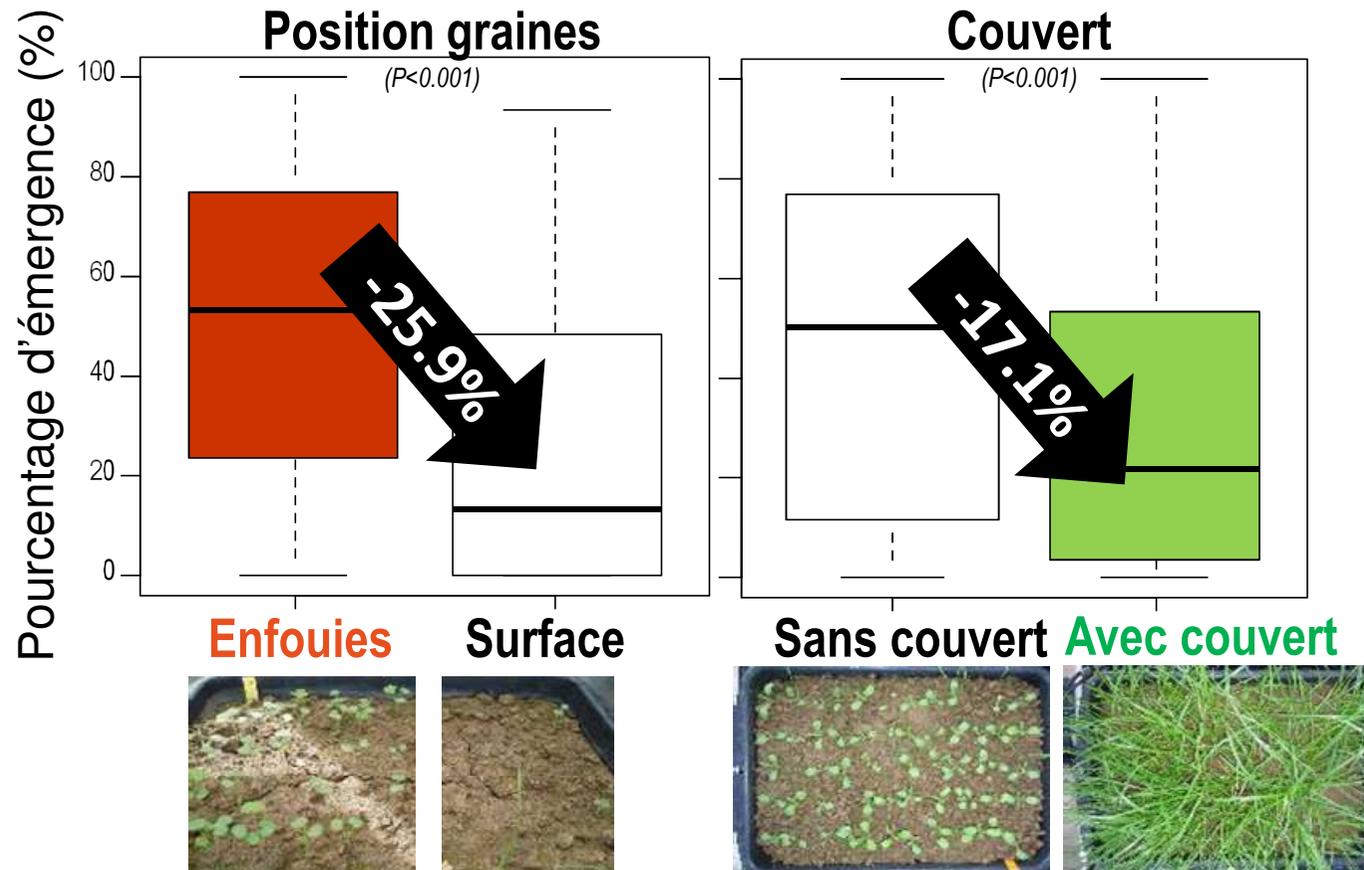
The role of biological control in managing parasitic weeds

J. Sauerborn ^{a,*}, D. Müller-Stöver ^a, J. Hershenhorn ^b

^a Department of Agroecology, Institute for Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany

^b Section of Weed Research, Neve Ya'ar Research Center, ARO, P. O. Box 1021, Ramat Yishay 30095, Israel

1- Agir sur la germination-levée

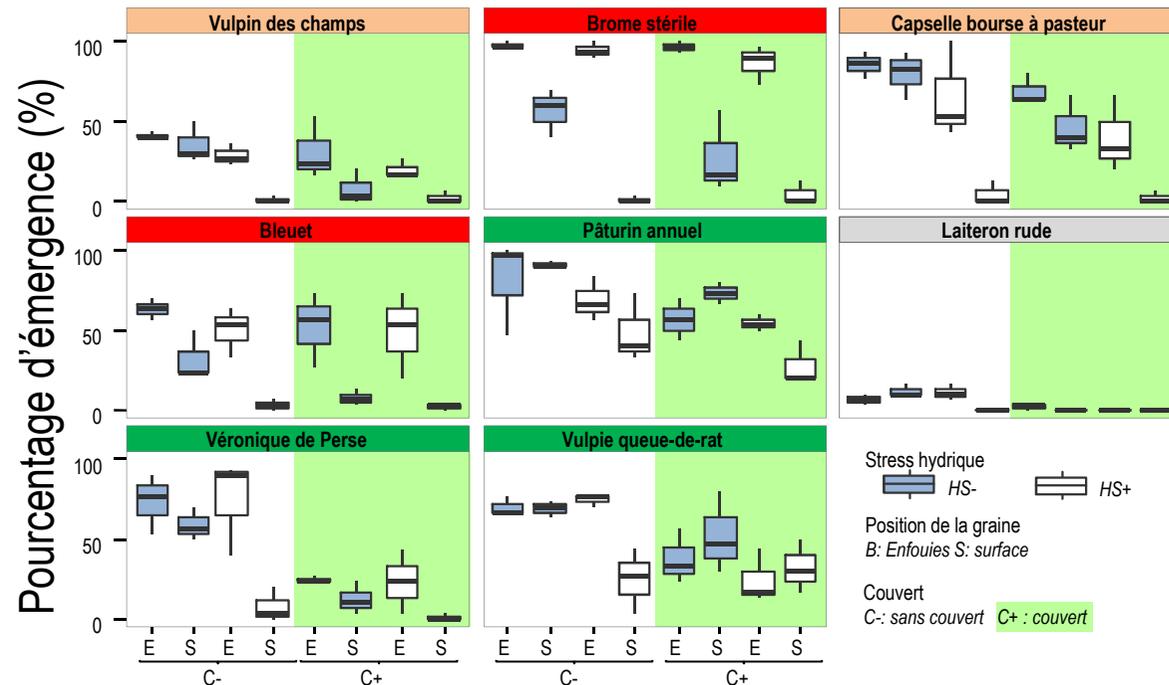
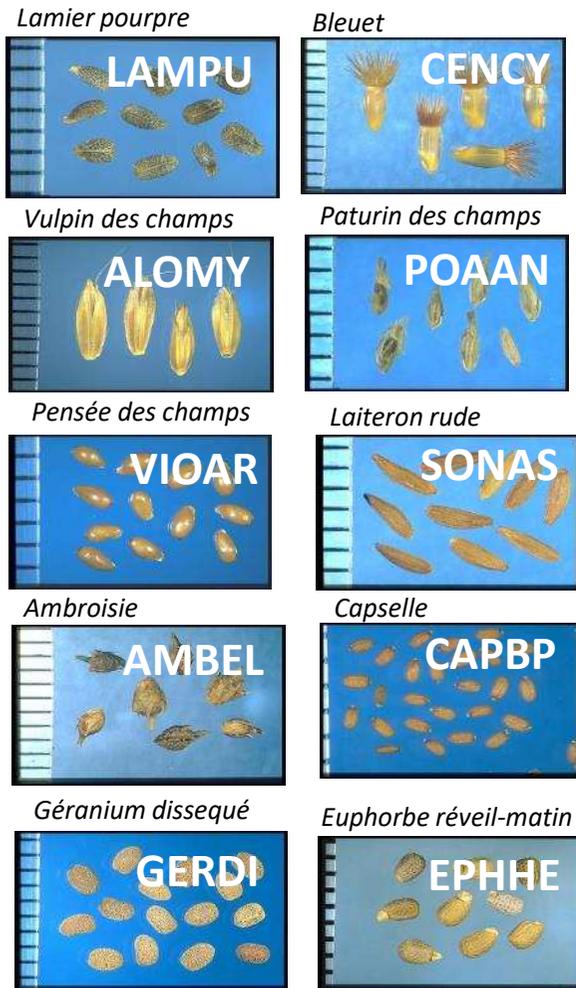


Cordeau et al., 2015 - AAB

Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017

1- Agir sur la germination-levée

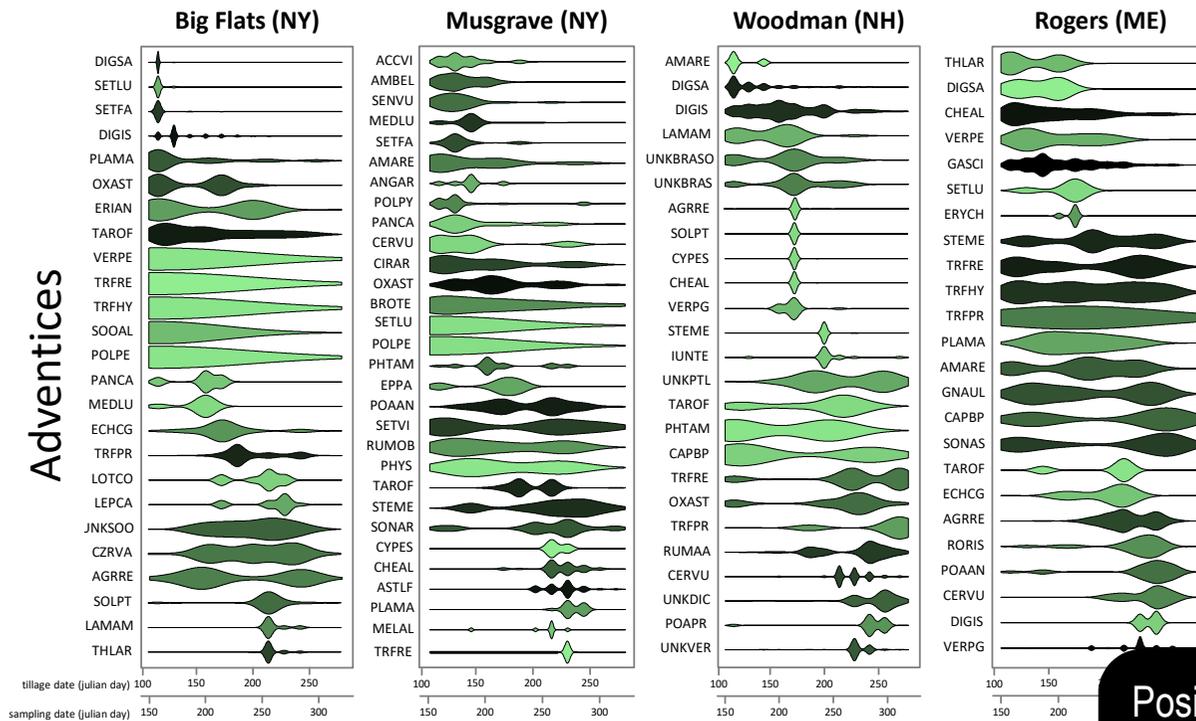
mais **variabilité de réponses** des adventices annuelles



Cordeau et al., In press - WBM

Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017

1- Agir sur la germination-levée mais **périodicité d'émergence** des adventices



Cordeau et al., 2017 – AAB



Positionner des couverts en fonction des périodes d'émergence des adventices
→ quel est l'effet d'un couvert d'interculture dans une monoculture de maïs ?

*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017*

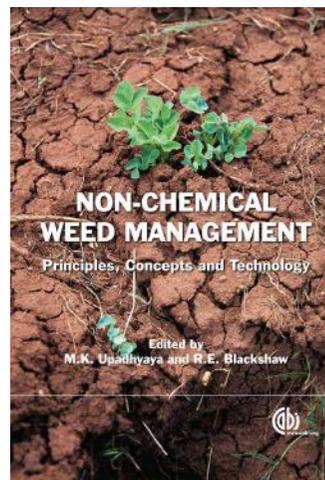
2- Agir sur la croissance (biomasse)

Table 4.1. Suppression of weeds that are growing at the same time as a live cover crop during summer or winter periods.

Period of growth	Location	Cover crop	Percentage weed biomass reduction ^a	Reference	
Summer fallow	Nigeria	Velvetbean	85 (83–87)	Akobundu <i>et al.</i> (2000)	
		Brazil savanna	Jack bean	72	Favero <i>et al.</i> (2001)
		Black mucuna	96		
	North Carolina, USA	Lablab, pigeonpea	35 (22–48)		
		Cowpea, sesbania, trailing soybean, buckwheat	85	Creamer and Baldwin (2000)	
		Soybean, lablab	48		
		Sorghum-sudangrass, millet spp.	94		
	Maryland, USA	Hairy vetch	58 (52–70)	Teasdale and Daughtry (1993)	
	Japan	Hairy vetch	66	Araki and Ito (1999)	
		Wheat	39		
Alberta, Canada	Yellow sweetclover	91 (77–99)	Blackshaw <i>et al.</i> (2001)		
Alberta, Canada	Berseem clover	58 (51–70)	Ross <i>et al.</i> (2001)		
	Alsike, balansa, crimson, Persian, red, white clover	35 (9–56)			
Summer intercrop	Brazil (southern)	Rye	64 (31–89)		
		Black mucuna, smooth rattlebox	97 (95–99)	Skora Neto (1993)	
		Jack bean, pigeonpea	83 (71–90)		
	Mississippi, USA	Cowpea	39 (29–48)		
		Hairy vetch	79	Reddy and Koger (2004)	
	New York, USA	Rye	61 (37–76)	Brainard and Bellinder (2004)	
	Norway	Subterranean, white clover	48 (45–51)	Brandsaeter <i>et al.</i> (1998)	
	Winter-surviving annuals	Oregon, USA	Rye	97 (94–99)	Peachey <i>et al.</i> (2004)
			Oats	89 (81–96)	
	Italy	Barley	89 (78–99)		
Rye		83 (54–99)	Barbari and Mazzoncini (2001)		
Subterranean, crimson clover		32 (0–67)			
Oilseed radish, mustard		94 (81–99)	Stivers-Young (1998)		
Winter-killed annuals	New York, USA				
	Michigan, USA	Oats	71 (19–95)		
Annual medics, berseem clover		54 (18–88)	Fisk <i>et al.</i> (2001)		
Illinois, USA	Mustard	93	Grimmer and Masiunas (2004)		
	Barley	94			
	Oats	76			

Du potentiel :
Une réduction
de la biomasse adventice ✓

Variable selon
les mélanges,
les adventices,
les ressources ✗



Les clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée – Lyon, 22 novembre 2017

2- Agir sur la croissance (biomasse) par compétition aérienne ou racinaire ?

Journal of Ecology 1995, 83, 673-682

Root and shoot competition intensity along a soil depth gradient

J. W. BELCHER,* P. A. KEDDY and L. TWOLAN-STRUTT
Department of Biology, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada K1N 6N5

Journal of Applied Ecology (1988), 25, 279-296

SHOOT COMPETITION AND ROOT COMPETITION

By J. BASTOW WILSON*

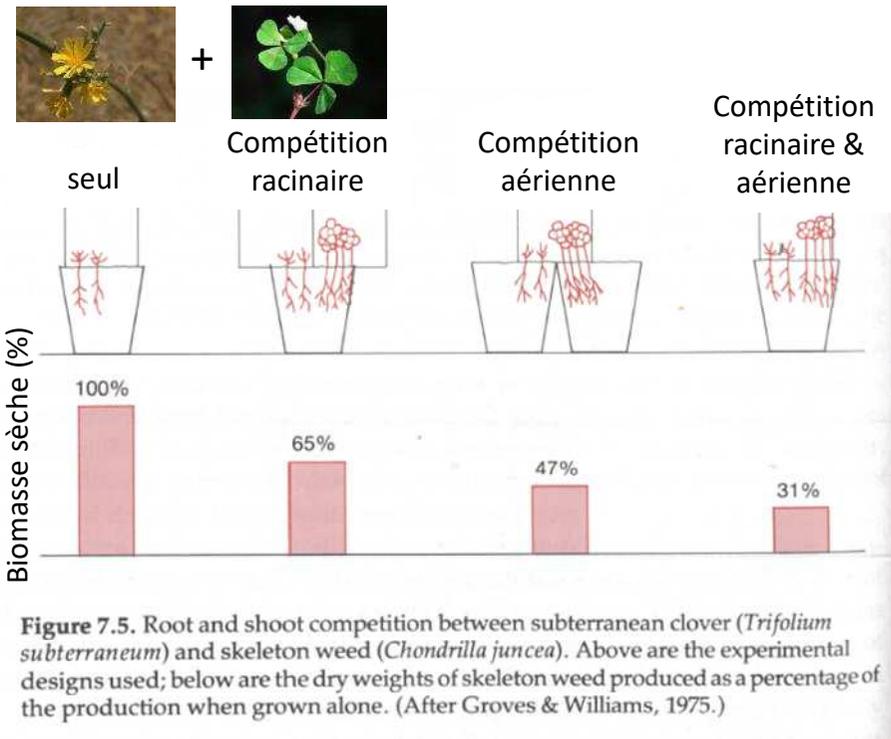
100 YEARS Journal of Ecology

Journal of Ecology 2013, 101, 1298-1312

doi: 10.1111/1365-2745.12129

Root and shoot competition: a meta-analysis

Lars Pødenphant Kizær*, Anne Nygaard Weisbach and Jacob Weiner



Begon et al., 1986

Couvert multi-spécifique ?
Trait et valeur de trait ?
Trait racinaire ?
Diversité fonctionnelle ?

Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée - Lyon, 22 novembre 2017

Conclusions (1/2)

- ✓ Gestion des espèces annuelles
qui émergent dans le couvert
par compétition majoritairement
- ✗ Pas de preuve de l'intérêt de maximiser
la diversité cultivée pour réguler les adventices
- ✗ Peu d'étude sur la phénologie des adventices
sous couvert (ex. grenaison)

Conclusions (2/2)

- ✗ Le travail du sol est un filtre plus sélectif des communautés adventices
- ✓ L'effet des couverts est plus visible en non-travail du sol
- ➔ approche systémique



Etude de l'effet du travail du sol et des couverts sur les adventices dans des contextes de production variés

Pascale Métais, Fanny Vuillemin, Stéphane Cordeau



Projet Casdar **VANCOUVER** (2017-2020)

Valorisation des couverts végétaux dans les systèmes de culture pour la gestion agroécologique de la flore adventive

- Couverts d'interculture
- Semis sous couvert
- Couverts permanents



- ACTA
- Arvalis, Terres Innovia, ITB, ITAB
- CREAB
- CA37
- Agrosolutions
- EPL Auzeville, EPL Tours-fondettes
- INRA – UMR Agroécologie





Merci pour votre attention



Avec l'appui financier de :



ITAB et ARVALIS sont membres du réseau ACTA





*Des clés pour des systèmes innovants plus durables en grandes cultures bio
Acquis d'un réseau national d'expérimentations de longue durée*

Temps de partage :

Maîtriser les adventices en grandes cultures bio, construire une stratégie avec ou sans labour ?

P. Alboussière, L. Prieur (CREAB) & J. Peigné (ISARA-Lyon)

Animation : F. Celette (ISARA-Lyon)

Lyon, le 22 novembre 2017

Colloque organisé par l'ITAB, en collaboration avec l'ISARA-Lyon et en partenariat avec les acteurs des projets InnovAB (CASDAR) et Réseau AB Dephy (EXPE Ecophyto)

Pascal Alboussière, agriculteur

Ferme Bio dans la Drôme (Montmeyran)

Installation et conversion :
1991

UTH : 3,5

SAU : 200 ha

OTEX : Grandes cultures,
diversification légumes et PPAM

Irrigation : 2/3 irrigable et 1/3
irrigué

Type de sol : sablo-argileux;
pH=7,5 ; MO=1,5

Rotations type : T/B/O/Luz/B ;
M/S/B/(Luz)

**Stratégie de gestion des
adventices :**

- labour quasi-systématique
- 2 à 3 interventions/culture
(houe, bineuse à caméra et
herse-étrille)

Loïc Prieur, expérimentateur



**Expérimentateur pendant 20 ans
site de la Hourre, CREAB**



Joséphine Peigné, enseignante-chercheure

Essai long terme à Thil (Ain)
Sol : Sablo-limoneux
Rotation : Maïs-Soja-Blé

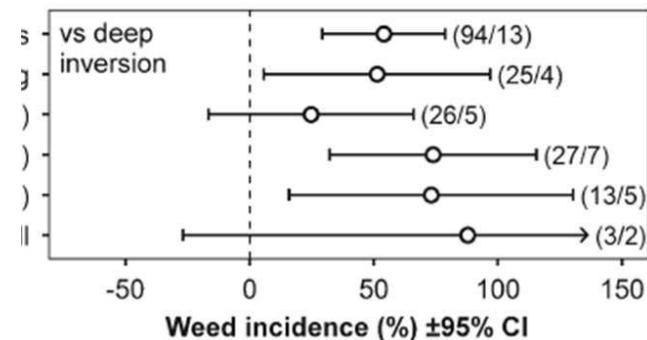


Effet 4 techniques de travail du sol en AB sur la qualité chimique, physique et biologique du sol:

- Labour traditionnel (0-30 cm)
- Labour agronomique (0-18 cm)
- Travail du sol réduit (0-17 cm)
- Travail du sol très superficiel (0-7 cm) ou SCV



Projet Européen Tilman-org



Tous systèmes
Double couche
Labour < 25 cm
Pas d'inversion 10-25 cm
Pas d'inversion < 10 cm
Semis direct

**En comparaison du labour profond: + 54 %
d'adventices en non labour (sauf SD)**

Temps de partage



- Qu'est-ce qui est efficace pour gérer les adventices ?
- Quels sont les défis qui restent à relever pour la gestion des adventices ? Quels sont les besoins de recherche associés ?
- Comment concilier les différents objectifs de conception de SdC bio en prenant en compte la gestion des adventices ?
- Comment gérer les adventices dans les systèmes en ABC ?



Merci pour votre attention



Avec l'appui financier de :



ITAB et ARVALIS sont membres du réseau ACTA

