

Conception et évaluation multicritères
de prototypes de systèmes de culture
-
Protection Intégrée contre la flore adventice

Nicolas Munier-Jolain

UMR Biologie et Gestion des Adventices – Dijon



- **Herbicides : massivement utilisés**
IFT_{herbicide} : 1.6
- **Herbicides**
principaux résidus pesticides dans les eaux
- **Biomasse adventice (graines)**
*ressource trophique primaire
pour la biodiversité*



► **Besoin de SdC à faible usage d'herbicides**

- **PI-adventice**
rotation diversifiée
travail du sol : labour, travail superficiel (faux-semis)
cultures compétitives, variétés compétitives
densités forte, écartement entre-rangs réduits
Couverts végétaux, mulchs
Désherbage mécanique
 ...
... aucune technique aussi efficace que les herbicides

► **PI-adventices : combinaison de techniques**



INRA Dijon-Epoisses 2000 –
*une expérimentation systémique pour évaluer les performances de
prototypes de Systèmes de Culture PI-Adventices*

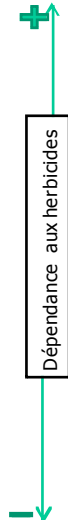


Méthodologie des expérimentations 'systèmes'

1. Définition a priori des systèmes
Objectifs, contraintes, stratégies de gestion
2. Définition de jeux de règles de décision
3. Mise en œuvre et évaluation multi-critères



1. Définition a priori des systèmes
Objectifs, contraintes, stratégies de gestion

	Intitulé	Objectifs Agro-environnementaux	
	S1	Agriculture « raisonnée »	Maximiser les résultats économiques
	S2	Protection intégrée (PIC) Techniques culturales simplifiées	limiter les temps de travaux, Réduction de la dépendance aux herbicides
	S3	Protection intégrée (PIC) sans désherbage mécanique	Réduction de la dépendance aux herbicides
	S4	Protection intégrée (PIC) avec désherbage mécanique	Réduction forte de la dépendance aux herbicides <i>Production de betterave</i>
	S5	Zéro herbicide	Aucun herbicide de synthèse

1. Définition a priori des systèmes
Objectifs, contraintes, stratégies de gestion

	Intitulé
S1	Agriculture « raisonnée »
S2	Protection intégrée (PIC) <i>Techniques culturales simplifiées</i>
S3	Protection intégrée (PIC) <i>sans désherbage mécanique</i>
S4	Protection intégrée (PIC) <i>avec désherbage mécanique</i>
S5	Zéro herbicide

↑
+
Dépendance aux herbicides
↓
-



5 systèmes x 2 répétitions
10 parcelles de ~ 2 ha

Début de l'expé : été 2000

3 messages

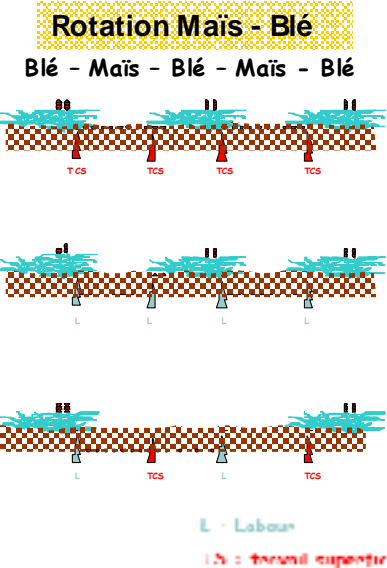
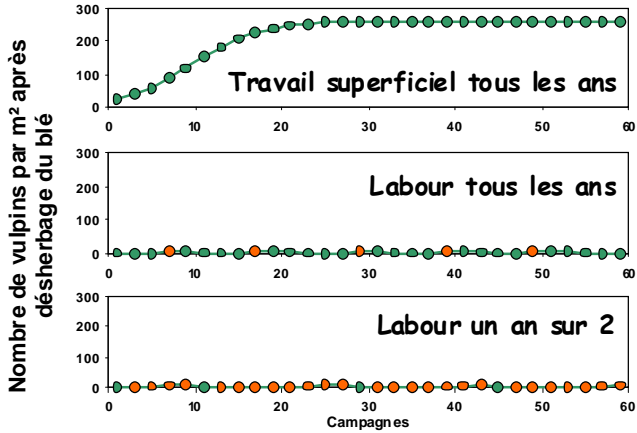
1. Concevoir des systèmes de Protection intégrée,
une activité à forte teneur en agronomie
2. La combinaison de techniques à effets partiels...

... ça marche !
3. Mais le développement en vrai grandeur est difficile
analyse des 'trade-offs'



Une activité à forte 'teneur en Agronomie'

2. Définition de jeux de règles de décision
 Raisonnement du travail du sol
Labour 1 an sur 2

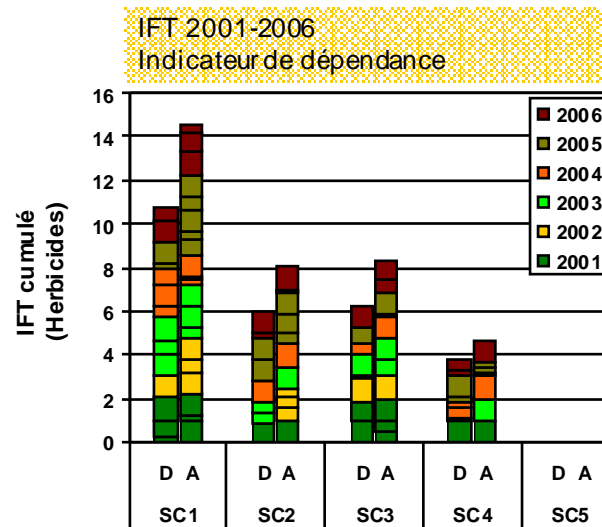


- Traitement → 95 % de mortalité
- Impasse

La PI, ça marche !

3. Mise en œuvre et évaluation multi-critères

Réduction de la dépendance aux herbicides



IFT_{Herbicides}
annuel

2.1

1.2

1.2

0.7

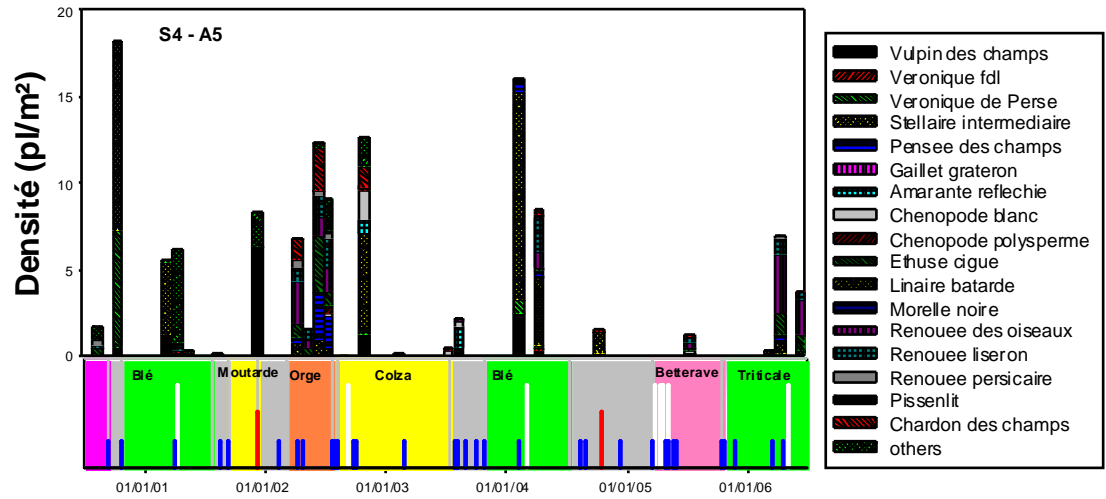
0

Chikowo et al., 2009

La PI, ça marche !

Maîtrise de la flore adventice

Critère d'évaluation : évolution des infestations (flore levée)



Chikowo et al., 2009



La PI, ça marche !

Maîtrise de la flore adventice

Critère d'évaluation : évolution des infestations (flore levée)



Coefficient de corrélation Année-Densité (avant/après désherbage)

	Rep	Toutes espèces		Annuelles Dicots hivernales		Annuelles Dicots printemps-été		Annuelles Graminées	
		Avant désherbage	Après désherbage	Avant désherbage	Après désherbage	Avant désherbage	Après désherbage	Avant désherbage	Après désherbage
SC1 - Standard	A	-1***	0.1	-1***	0.20	-0.73	-0.2	0.2	0.7
	D	-0.4	0.77	0.8	-0.67	-0.77	0.15	0.4	0.52
SC2 - PIC - TCS	A	-0.8	0.20	-0.77	-0.72*	-0.31	0.01	0.4	0.43
	D	0.66	-0.08	0.87	0.29	-0.72	0.34	0.87*	-0.05
SC3 - PIC sans désherbage méca.	A	0.16	-0.19	0.16	0.31	0.32	-0.13	-0.88*	-0.87**
	D	nc	-0.06	nc	0.34	nc	0.14	nc	-0.35
SC4 - PIC avec désherbage méca.	A	nc	0.07	nc	0.20	nc	0.12	nc	0.22
	D	nc	0.55	nc	-0.23	nc	0.87*	nc	-0.23
SC5 - zéro herbicide	A	-0.2	0.07	-0.86	0.11	0.15	0.07	-0.31	-0.07
	D	-0.1	-0.14	0.05	0.00	-0.16	-0.05	0.05	0.30

nc : données manquantes



⇒ Décroissance de l'infestation : maîtrise de la flore OK

⇒ Stabilité de l'infestation : maîtrise de la flore OK

⇒ Croissance de l'infestation : défaut de maîtrise

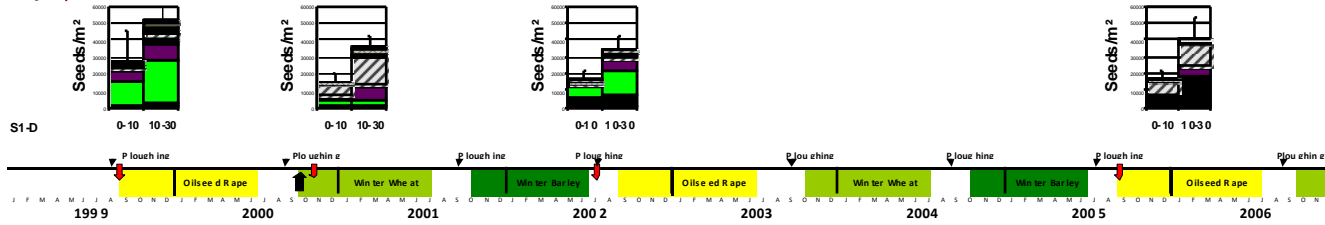
Chikowo et al., 2009

La PI, ça marche !

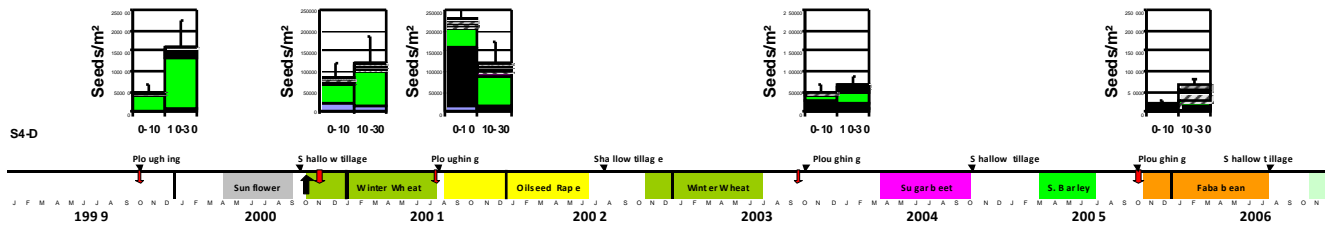
Maîtrise de la flore adventice

Critère d'évaluation : évolution du stock semencier

System 1 : Standard reference



System 4 : Typical IWM



- *Aethusa cynapium*
- *Alopecurus myosuroides*
- *Amarantus retroflexus*
- *Anagallis arvensis*
- Chénopode hybride
- Chenopode polyspermum
- *Solanum nigrum*

La PI, ça marche !

Maîtrise de la flore adventice

Critère d'évaluation : évolution des infestations



Sur la période 2001-2006

- Flore bien maîtrisée, malgré le faible usage d'herbicides
- Vulpin espèce à période de levée marquée et stock peu persistant **très sensible aux techniques de PI...**
...alors qu'elle infeste massivement les systèmes céréaliers (résistance...)

2007-2008

Tendance à la progression sur le système sans herbicide

- **du chardon : vivace peu sensible aux techniques de PI**
- **du gaillet : levées échelonnées**



idel 5^{ème} édition



Analyse
des 'trade-offs'

Faisabilité, acceptabilité

Organisation du travail à l'échelle de l'exploitation

Facteurs défavorables

- Interventions supplémentaires
 - *Désherbage mécanique*
 - *Travail du sol superficiel faux-semis*
- Retard de date de semis des céréales
 - esquive des levées automnales*
 - réduction du nombre de jours favorables*

Facteurs favorables

- Nombre de traitements réduits
- Succession diversifiée
étalement des travaux

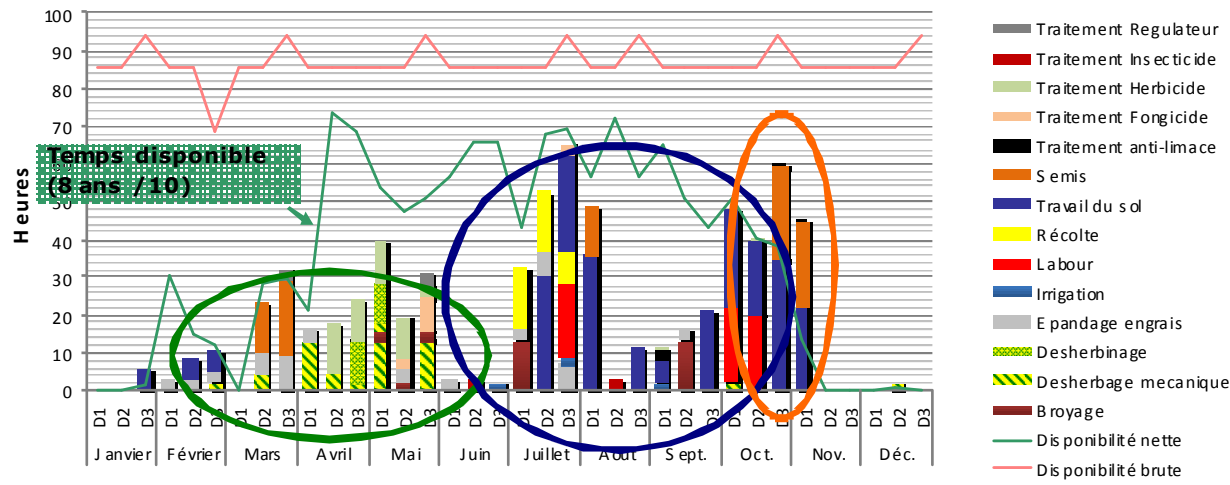


Analyse des 'trade-offs'

Faisabilité, acceptabilité
Organisation du travail à l'échelle de l'exploitation



Simulation du travail sur une ferme fictive (130 ha, 1 UTH)
CS4 : Pl avec désherbage mécanique (709 h de travail/an)



Ririvolona et al., 2007

des Semenciers céréales
 Pas de tensions dans
 l'organisation du travail

AFA
Les Entretien du Pradel 5^{ème} édition

INRA

Analyse
des 'trade-offs'

Rentabilité économique

Facteurs défavorables

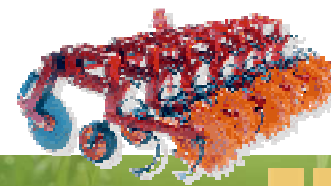
- **Équipement spécifique**
 - *Désherbage mécanique*
- **Augmentation de certaines charges**
 - *Travail*
 - *Fuel*
 - *Semences*
- **Baisse des rendements**
 - *Semis tardifs des céréales*
 - *Variétés compétitives (pas les + productives)*
 - *Rotations diversifiées (introduction de culture à marges réduites)*

Facteurs favorables

- **Baisse des charges (pesticides)**



Pictures : ARVALIS

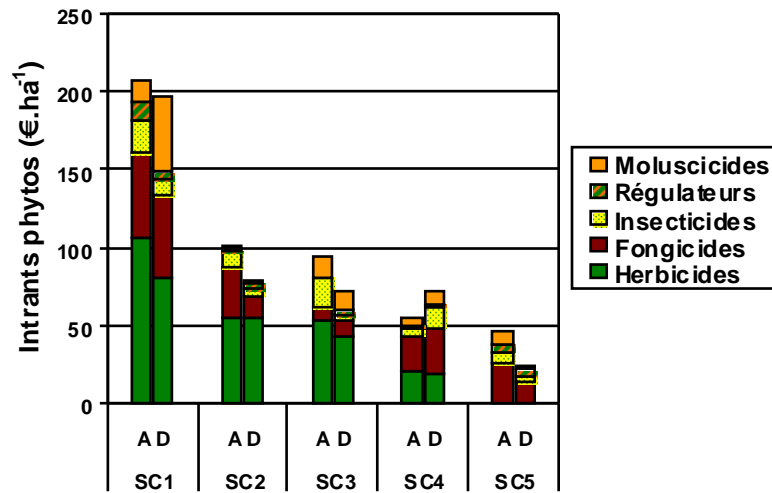


Analyse
des 'trade-offs'

Rentabilité économique

Intrants phytosanitaires

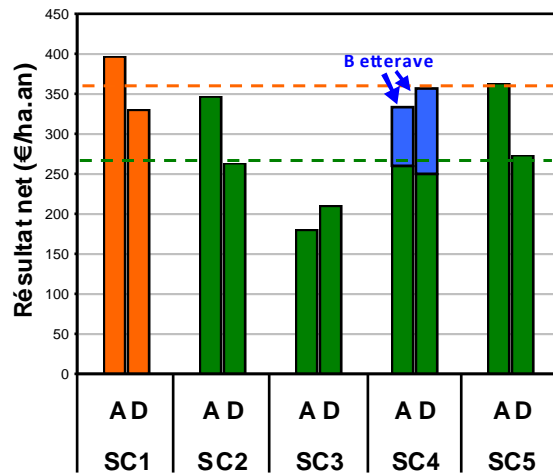
Intrants phytos
moyenne : -150 € / ha.an



**Analyse
des 'trade-offs'**

Rentabilité économique
Bilan

Résultat net (contexte de prix 2006)
moyenne : -100 € / ha.an



- Charges de mécanisation légèrement supérieures en PI
- Coûts de production du blé identique (en € par tonne)
- Cultures de printemps de diversification pénalisantes
- Besoin de politiques incitatives

Conclusions - 3 messages

- Activité à forte 'teneur en agronomie'
- la PI, ça marche ! Combinaison de techniques à effets partiels
- Analyse des trade-offs

