

Quelles proportions de céréales et légumineuses mettre dans une association pour contrôler les adventices ?

Étude de simulation avec FLORSYS



Pierre Lebreton, Laurent Bedoussac*, Catherine Bonnet*, Eric Justes*, Nathalie Colbach

Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon

* AGIR, Univ Toulouse, INRAE, ENSFEA, Castanet-Tolosan

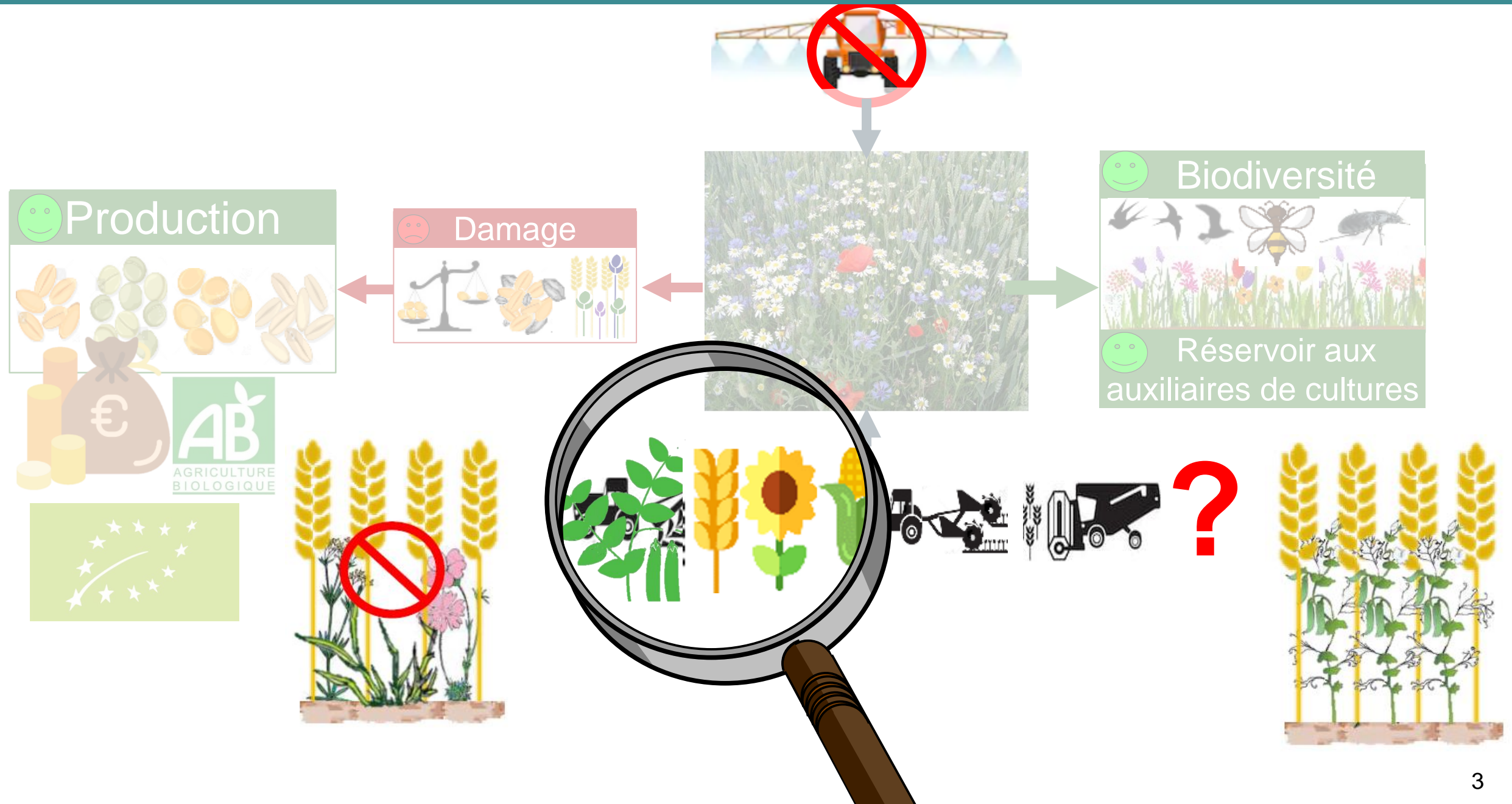
Pierre.lebreton@inrae.fr

Nathalie.Colbach@inrae.fr



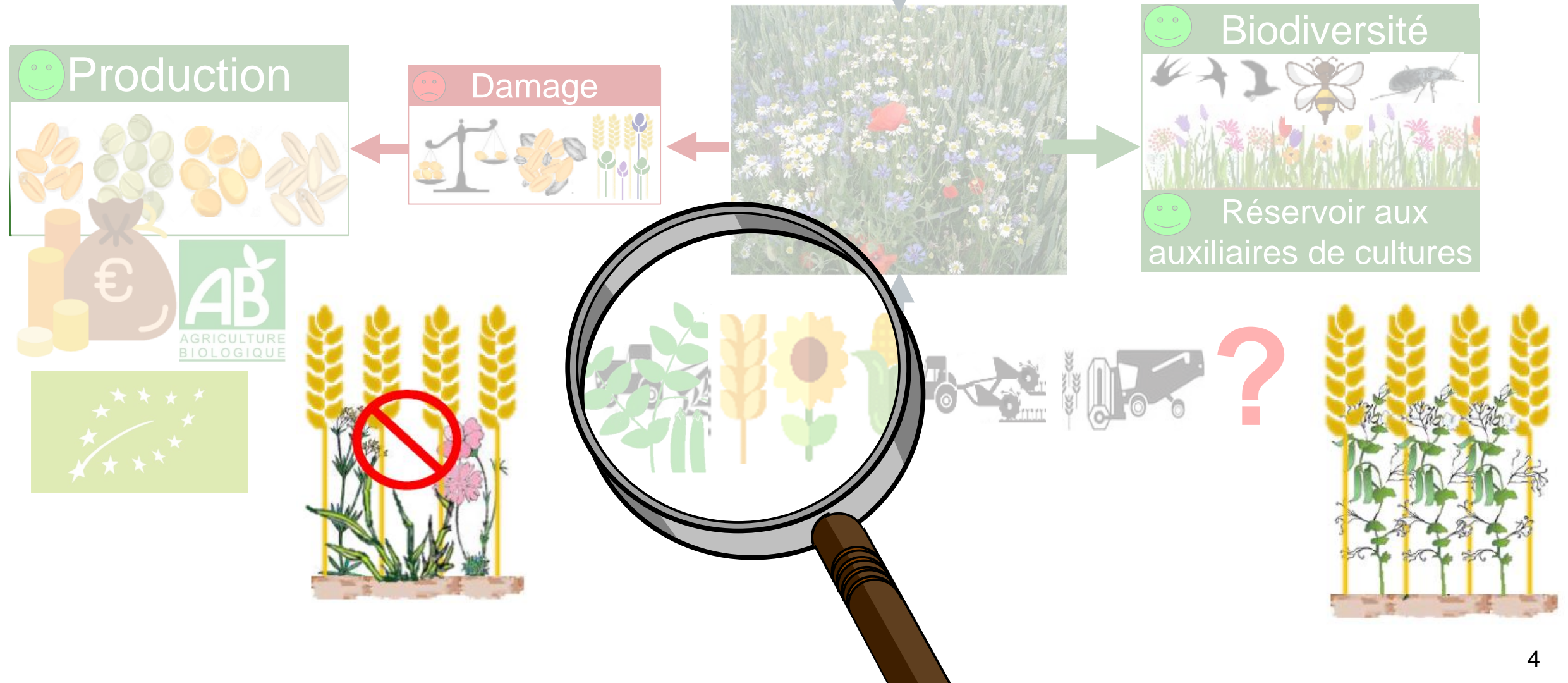
Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche

Pourquoi s'intéresser aux associations



Pourquoi s'intéresser aux associations

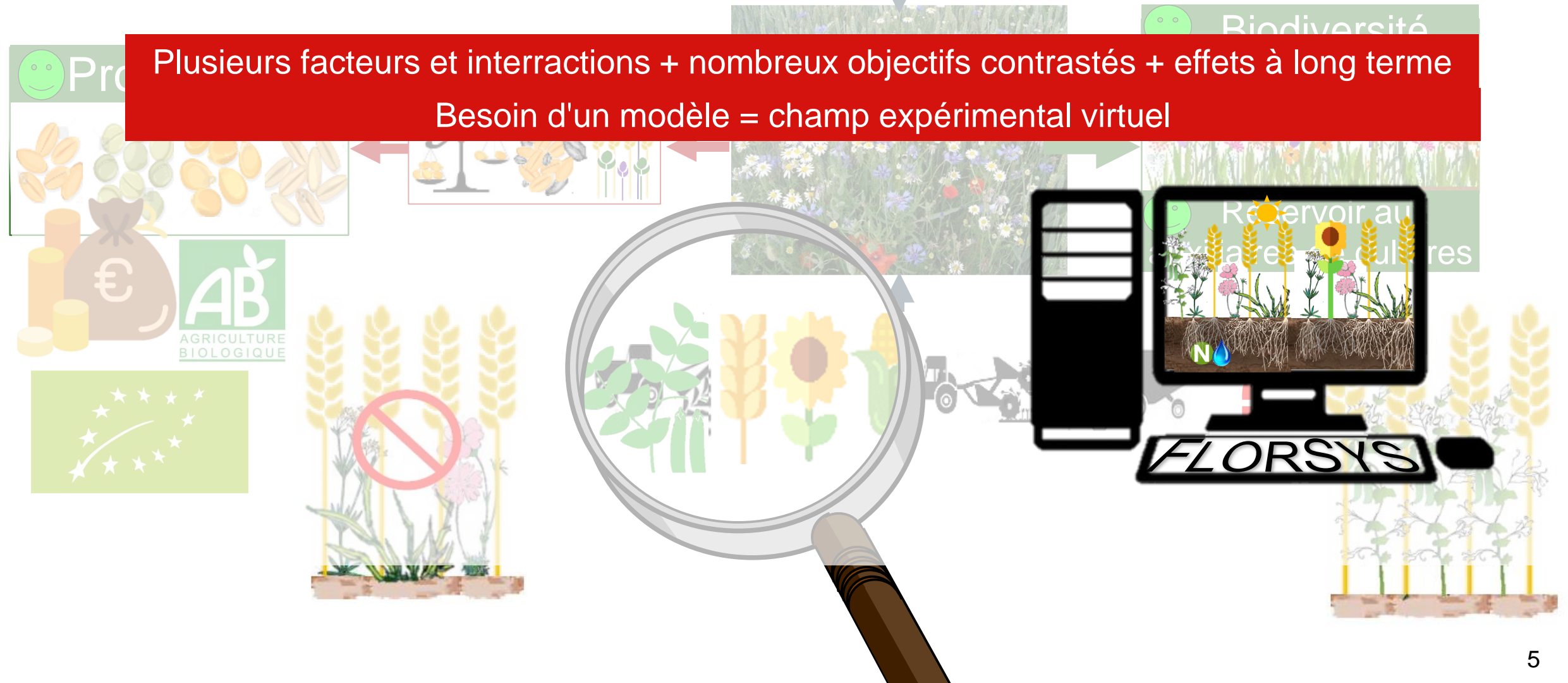
Etude de l'effet de différentes proportions de céréales et de légumineuses dans les associations céréale – légumineuse sur le **contrôle des adventices**



Pourquoi utiliser des modèles

Etude de l'effet de différentes proportions de céréales et de légumineuses dans les associations céréale – légumineuse sur le contrôle des adventices

Plusieurs facteurs et interactions + nombreux objectifs contrastés + effets à long terme
Besoin d'un modèle = champ expérimental virtuel





Besoin d'un modèle = champ expérimental virtuel

Etapes :

1. Co-conception d'itinéraires techniques avec des agriculteurs
2. Conception du plan de simulation
3. Lancement des simulations des \neq systèmes de cultures
4. Calcul des indicateurs
5. Analyses statistiques de l'effet des proportions des céréales et légumineuses sur les indicateurs visés



Plan de simulation

Pour le calcul du Land Equivalent Ratio (LER)

Années	Association (ICB)
1	ORGE-POIS
	Cameline
2	Maïs
3	BLE
	Sarrasin
4	Soja

Témoin (C0)
ORGE
Cameline
Maïs
BLE
Sarrasin
Soja

Témoin (CP)
POIS
Cameline
Maïs
BLE
Sarrasin
Soja

Etc...

Plan de simulation

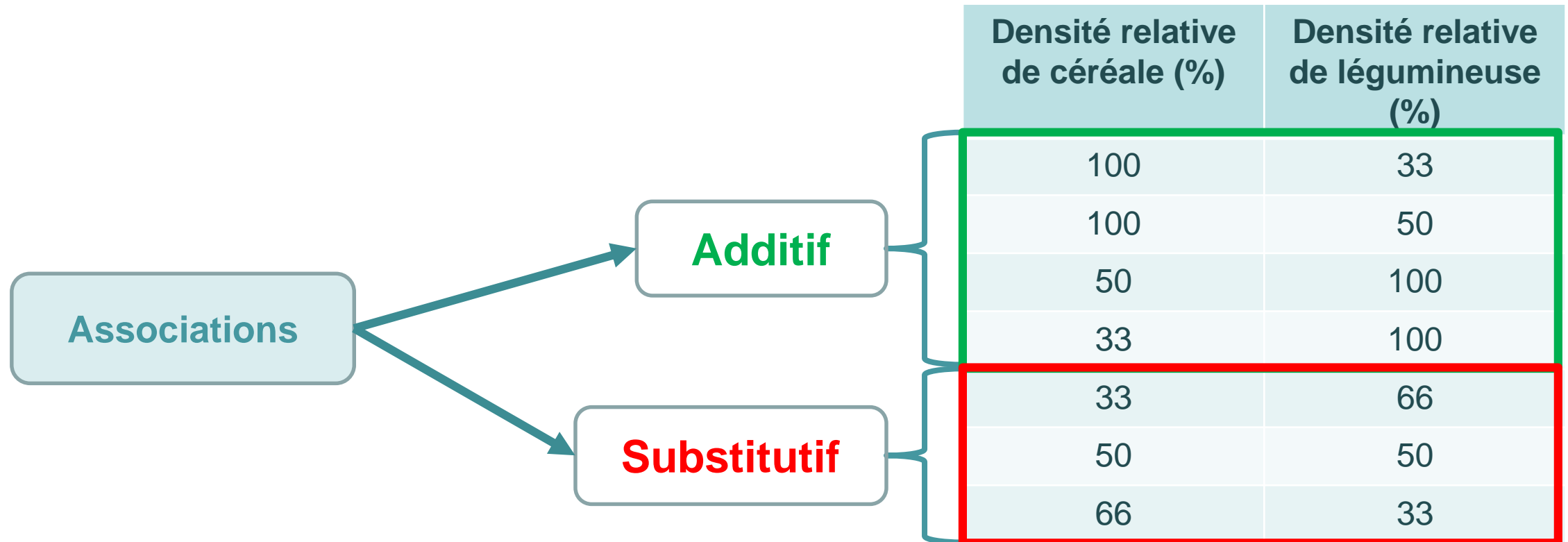
- 9 rotations → Témoins et associations

Années	Cultures pures				Associations					
	Témoin (C0)	Témoin (CP)	Témoin (CFB)	Témoin (CPFB)	Association (ICB)	Association (ICW)	Association (ICBW)	Association (ICWbis)	Association (ICBbis)	
1	ORGE	POIS	ORGE	POIS	ORGE-POIS	ORGE	ORGE-POIS	POIS	ORGE-POIS	
	Cameline irriguée									
2	Maïs précédé d'un labour									
3	BLE	BLE	FEVEROLE	FEVEROLE	BLE	BLE-FEVEROLE	BLE-FEVEROLE	BLE-FEVEROLE	FEVEROLE	
	Sarrasin									
4	Soja irrigué + précédé d'un labour									

Plan de simulation

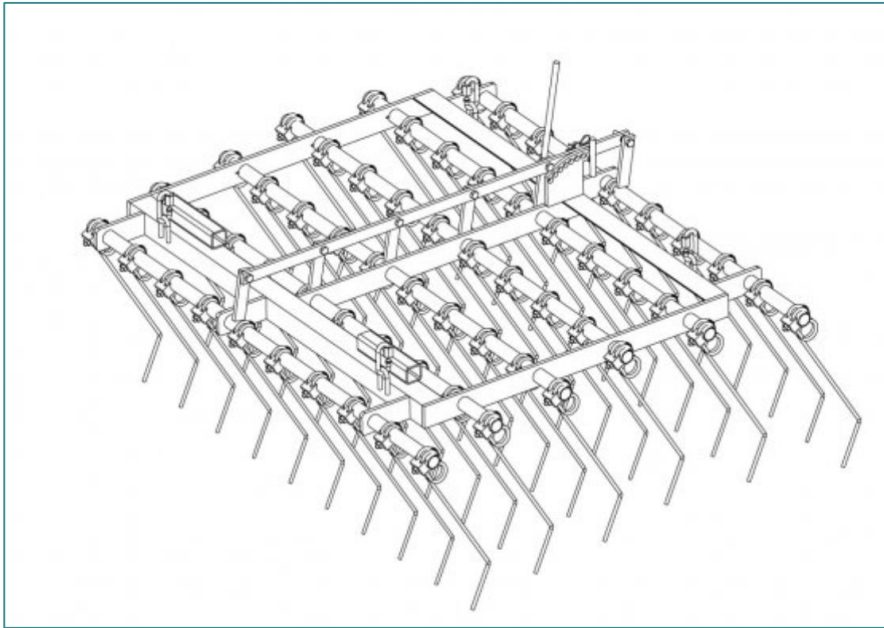
- 9 rotations
- ≠ densités de semis :
 - En culture pure lors des témoins
 - ≠ proportions dans l'association

Culture	Densité de semis (grains/m ²)
ORGE	210
POIS	90
BLE	360
FEVEROLE	36



Plan de simulation

- 9 rotations
- ≠ densités de semis
- 2 types de désherbage mécanique



○ Herse étrille



○ Houe rotative

Plan de simulation

9 rotations → 4 témoins (cultures pures) et 5 avec des associations

≠ densités de semis

2 types de désherbage mécanique

78 systèmes de culture

Pour chaque système

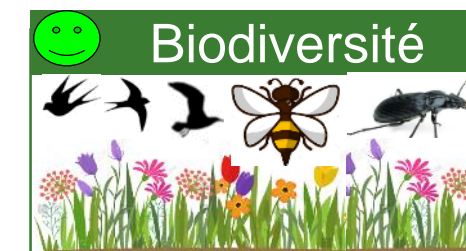
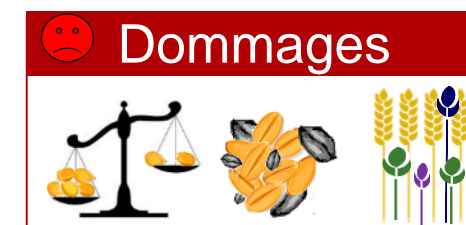
10 répétitions météo (Auzeville)

Avec vs sans adventices

→ pertes de rendement

30 années

$78 \times 10 \times 2$
= 1560 simulations



Pas de limitation en eau et en azote après la levée

Plan de simulation

9 rotations → 4 témoins (cultures pures) et 5 avec des associations

≠ densités de semis

2 types de désherbage mécanique

78 systèmes de culture

1560 simulations

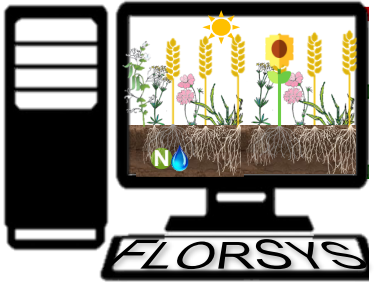
Indicateurs visés

Infestation du champ

Contrôle des adventices au fil du temps

Land Equivalent Ratio
LER

Efficacité de l'utilisation des terres



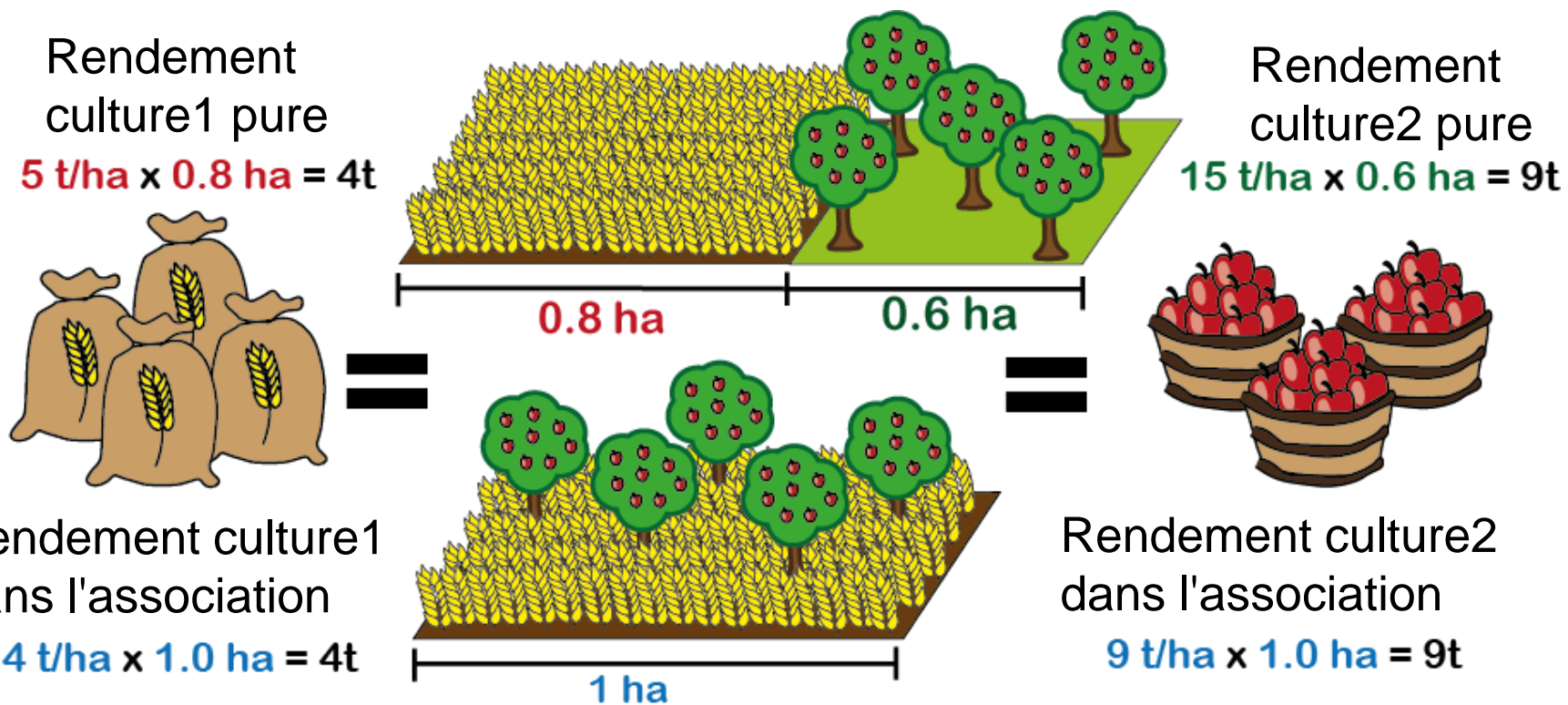
Méthode

Pour le calcul du Land Equivalent Ratio (LER)

LER = surface relative nécessaire en cultures pures pour avoir la même production que l'association

Mead et Willey (1980)

LER > 1 → meilleure performance de l'association que des cultures pures



$$\text{LER} = \frac{\text{Rendement Culture1 (en association)}}{\text{Rendement Culture1 (en pur)}} + \frac{\text{Rendement Culture2 (en association)}}{\text{Rendement culture2 (en pur)}}$$

(Tobi Kellner)

Effet de l'association et de la proportion sur le Land Equivalency Ratio (LER)

En moyenne pour les situations d'association

anova : Indicateur ~ Crop + Proportion + TypeMecweeding + Repetition + Year + TypeMecweeding:Crop + Proportion:Crop

Cultures	Type d'association	Proportion	LER		LERp Céréale		LERp Légumineuse		Salissement du champ (t MS/ha)	
Association										
Orge-Pois	Additif	100C33L	0.73	B	0.68	G	0.06	A	1,96	CD
		100C50L	0.73	B	0.65	G	0.07	A	1,93	CD
		50C100L	0.55	A	0.35	BC	0.19	B	2,01	D
		33C100L	0.58	A	0.29	A	0.30	C	1,97	CD
	Substitutif	66C33L	0.58	A	0.50	EF	0.08	A	1,93	CD
		50C50L	0.53	A	0.40	CD	0.14	AB	1,95	CD
		33C66L	0.57	A	0.30	AB	0.28	C	1,97	D
Blé-Féverole	Additif	100C33L	1.22	D	0.70	G	0.58	D	1,13	A
		100C50L	1.46	EF	0.68	G	0.84	F	1,20	AB
		50C100L	1.50	F	0.42	D	1.13	H	1,33	AB
		33C100L	1.36	E	0.35	BC	1.06	H	1,57	BC
	Substitutif	66C33L	1.09	C	0.55	F	0.58	D	1,15	AB
		50C50L	1.17	CD	0.44	DE	0.75	E	1,47	AB
		33C66L	1.25	D	0.34	ABC	0.95	G	1,31	AB

Effet de l'association et de la proportion sur le Land Equivalency Ratio (LER)

En moyenne pour les situations d'association

anova : Indicateur ~ Crop + Proportion + TypeMecweeding + Repetition + Year + TypeMecweeding:Crop + Proportion:Crop

Cultures	Type d'association	Proportion	LER	LERp Céréale	LERp Légumineuse	Salissement du champ (t MS/ha)				
Association										
Orge-Pois	Additif	100C33L	0.73	B	0.68	G	0.06	A	1,96	CD
		100C50L	0.73	B	0.65	G	0.07	A	1,93	CD
		50C100L	0.55	A	0.35	BC	0.19	B	2,01	D
		33C100L	0.58	A	0.29	A	0.30	C	1,97	CD
	Substitutif	5C33L	0.58	A	0.50	EF	0.08	A	1,93	CD
		10C50L	0.53	A	0.40	CD	0.14	AB	1,95	CD
		33C66L	0.57	A	0.30	AB	0.28	C	1,97	D

Additif

Proportion Légumineuse → LERp Céréale

Proportion Céréale → LERp Légumineuse → **Compétition**

Pas d'effet sur le contrôle des adventices

Effet de l'association et de la proportion sur le Land Equivalency Ratio (LER)

En moyenne pour les situations d'association

anova : Indicateur ~ Crop + Proportion + TypeMecweeding + Repetition + Year + TypeMecweeding:Crop + Proportion:Crop

Cultures	Type d'association	Proportion	LER		LERp Céréale		LERp Légumineuse		Salissement du champ (t MS/ha)	
Association										
Orge-Pois	Additif	100C33L	0.73	B	0.68	G	0.06	A	1,96	CD
		100C50L	0.73	B	0.65	G	0.07	A	1,93	CD
		50C100L	0.55	A	0.35	BC	0.19	B	2,01	D
		33C100L	0.58	A	0.29	A	0.30	C	1,97	CD
	Substitutif	66C33L	0.58	A	0.50	EF	0.08	A	1,93	CD
		50C50L	0.53	A	0.40	CD	0.14	AB	1,95	CD
		33C66L	0.57	A	0.30	AB	0.28	C	1,97	D

Substitutif



Pas d'effet sur le contrôle des adventices

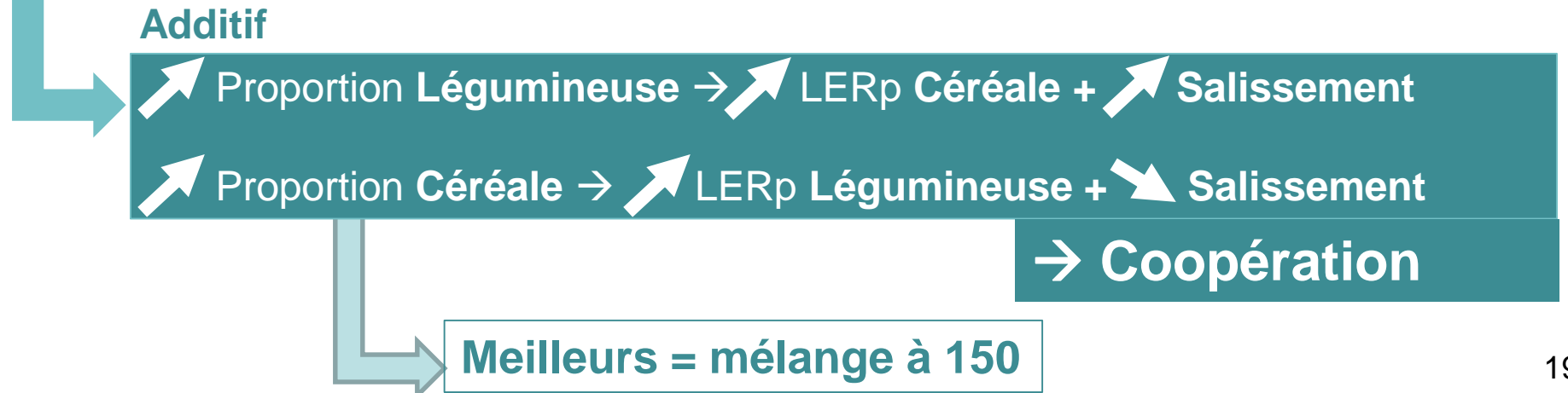
Additif > Substitutif

Effet de l'association et de la proportion sur le Land Equivalency Ratio (LER)

En moyenne pour les situations d'association

anova : Indicateur ~ Crop + Proportion + TypeMecweeding + Repetition + Year + TypeMecweeding:Crop + Proportion:Crop

Cultures	Type d'association	Proportion	LER	LERp Céréale	LERp Légumineuse	Salissement du champ (t MS/ha)				
Association										
Blé-Féverole	Additif	100C33L	1.22	D	0.70	G	0.58	D	1,13	A
		100C50L	1.46	EF	0.68	G	0.84	F	1,20	AB
		50C100L	1.50	F	0.42	D	1.13	H	1,33	AB
		33C100L	1.36	E	0.35	BC	1.06	H	1,57	BC
	Substitutif	50C33L	1.09	C	0.55	F	0.58	D	1,15	AB
		100C50L	1.17	CD	0.44	DE	0.75	E	1,47	AB
		33C66L	1.25	D	0.34	ABC	0.95	G	1,31	AB



Effet de l'association et de la proportion sur le Land Equivalency Ratio (LER)

En moyenne pour les situations d'association

anova : Indicateur ~ Crop + Proportion + TypeMecweeding + Repetition + Year + TypeMecweeding:Crop + Proportion:Crop

Cultures	Type d'association	Proportion	LER	LERp Céréale	LERp Légumineuse	Salissement du champ (t MS/ha)				
Association										
Blé- Féverole	Additif	100C33L	1.22	D	0.70	G	0.58	D	1,13	A
		100C50L	1.46	EF	0.68	G	0.84	F	1,20	AB
		50C100L	1.50	F	0.42	D	1.13	H	1,33	AB
		33C100L	1.36	E	0.35	BC	1.06	H	1,57	BC
	Substitutif	66C33L	1.09	C	0.55	F	0.58	D	1,15	AB
		50C50L	1.17	CD	0.44	DE	0.75	E	1,47	AB
		33C66L	1.25	D	0.34	ABC	0.95	G	1,31	AB

Substitutif



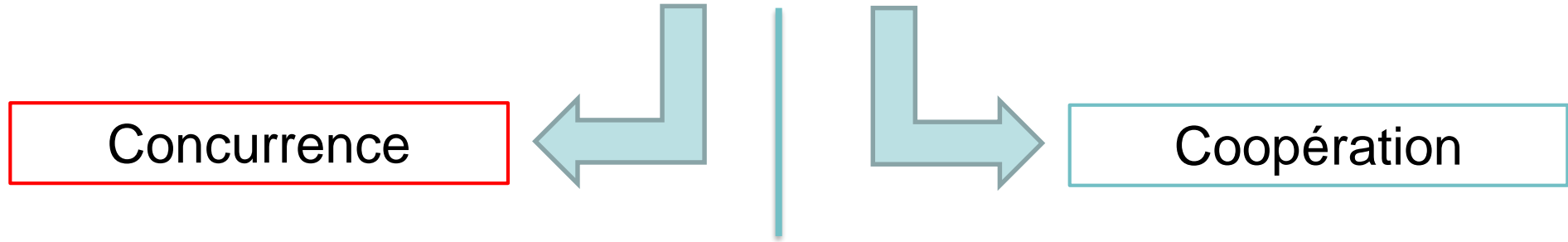
Pas d'effet sur le contrôle des adventices

Additif > Substitutif

Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole

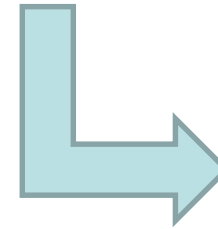


Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole

Concurrence



Coopération

Additif > Substitutif

Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole



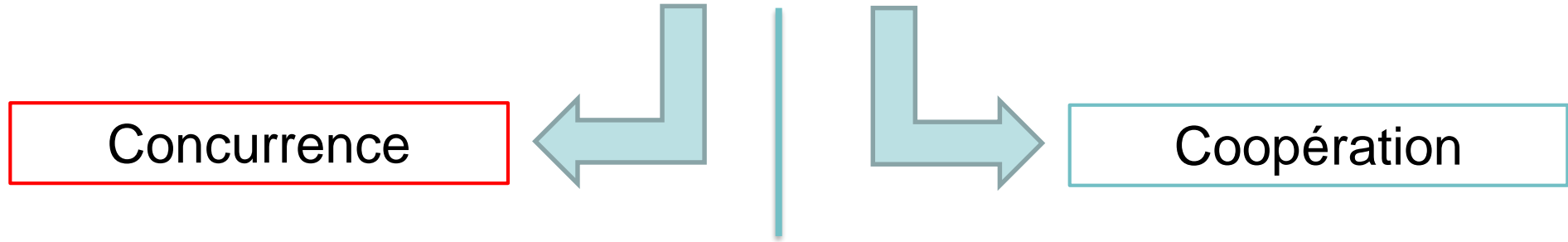
Additif > Substitutif

Meilleures **proportions** pour contrôler les adventices :

Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole



Additif > Substitutif

Meilleures proportions pour contrôler les adventices :

Orge-Pois < Blé-Féverole

Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole



Meilleures proportions pour contrôler les adventices :

Orge-Pois

Orge-Pois < Blé-Féverole

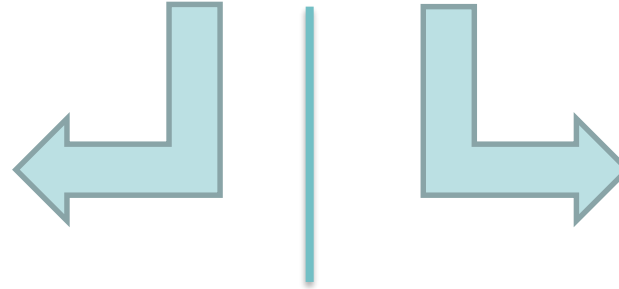
Peu de variation du
contrôle des
adventices

Conclusion des Analyses

Utilisation des terres (LER) :

Orge-Pois < Blé-Féverole

Concurrence



Coopération

Additif > Substitutif

Meilleures proportions pour contrôler les adventices :

Orge-Pois

Orge-Pois < Blé-Féverole

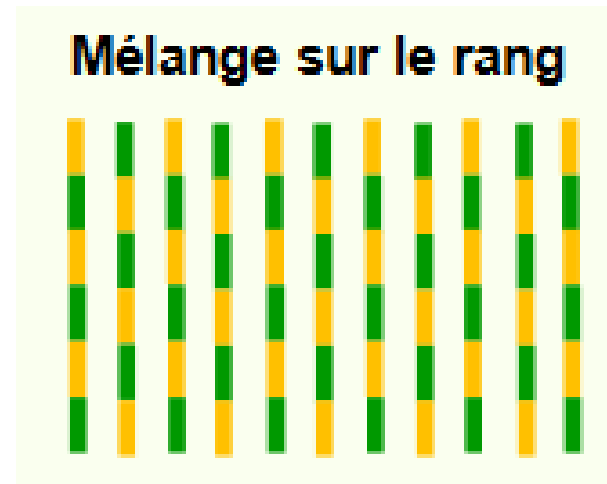
Blé-Féverole

Peu de variation dans le contrôle des adventices

Plus de Céréale

Mélanges à 150 > 130
→ Meilleurs LER pour contrôle similaire
100C50L OU 50C100L
→ Selon l'objectif de production

Etude de l'impact des motifs de semis sur les performances d'associations



Merci pour votre attention !