



Les Systèmes de culture intégrant un Couvert Pérenne

ARVALIS
Institut du végétal

Impacts et conduite

Jérôme LABREUCHE, Thibaud DESCHAMPS, Anne-Monique BODILIS, Yves MESSMER, Lise GAUTELLIER VIZIOZ



Les différents systèmes intégrant des couverts

Cultures intermédiaires

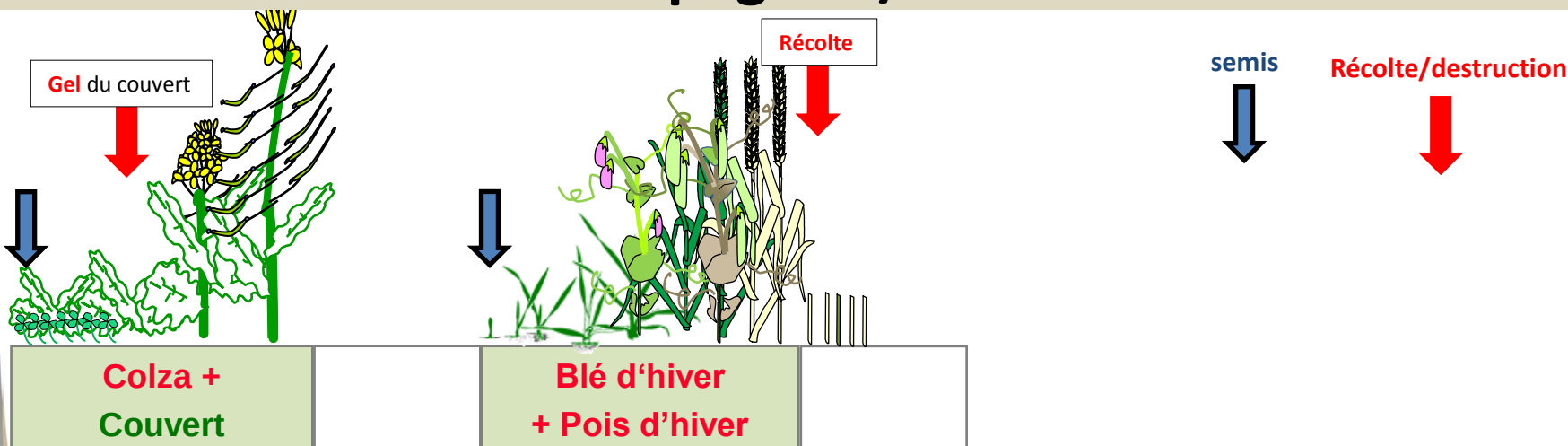
Plantes compagnes / Cultures associées

Couverts associés relais

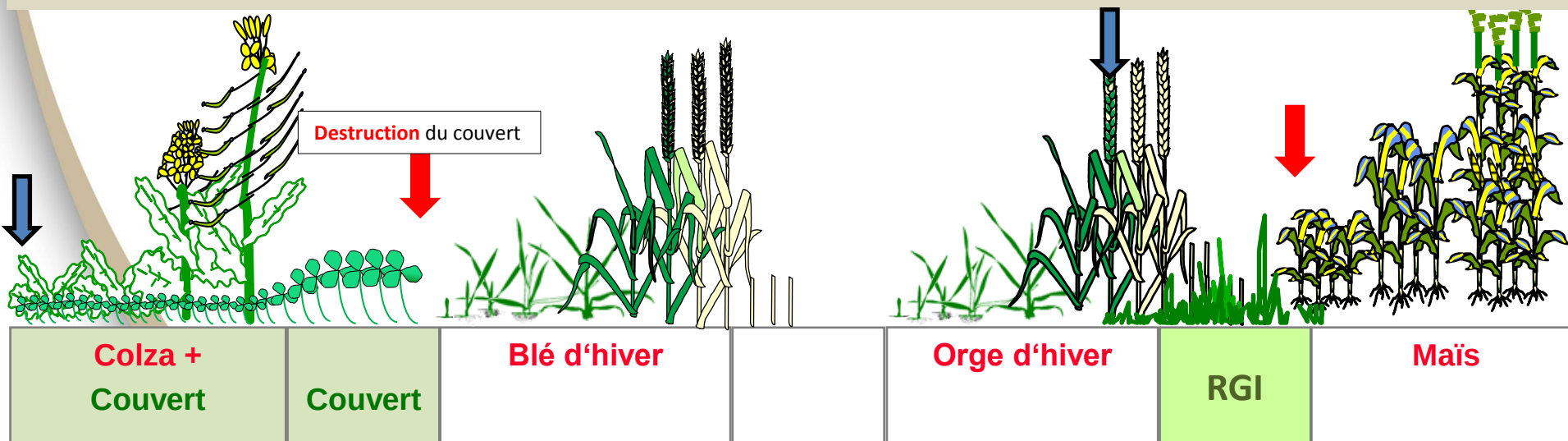
Couvert pérenne/Couverture permanente

Les différents systèmes intégrant des couverts

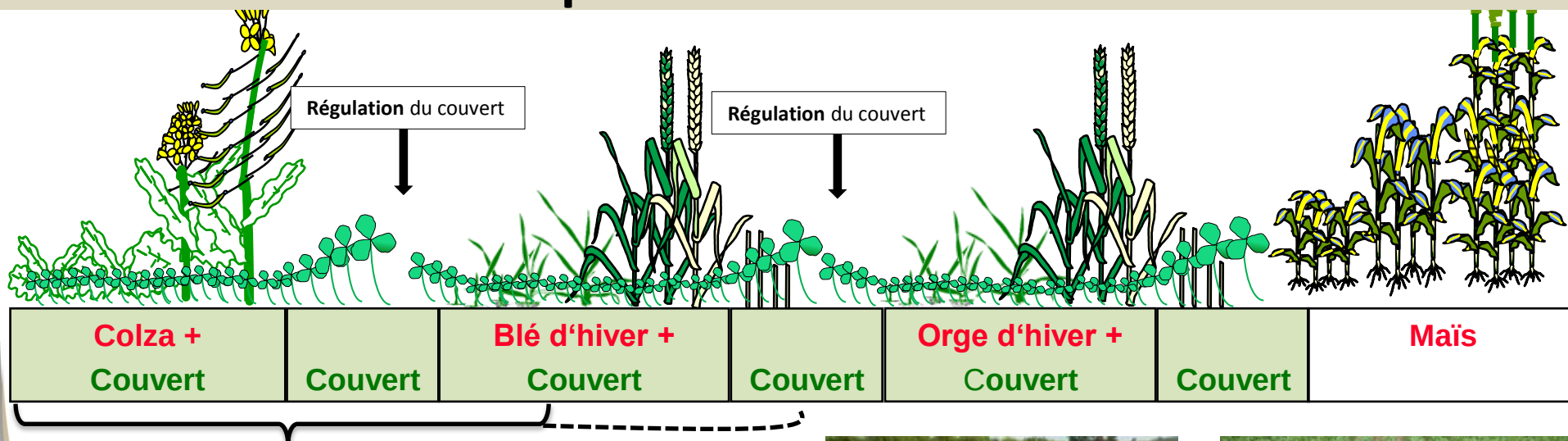
Plantes compagnes / Cultures associées



Couvert associé relais

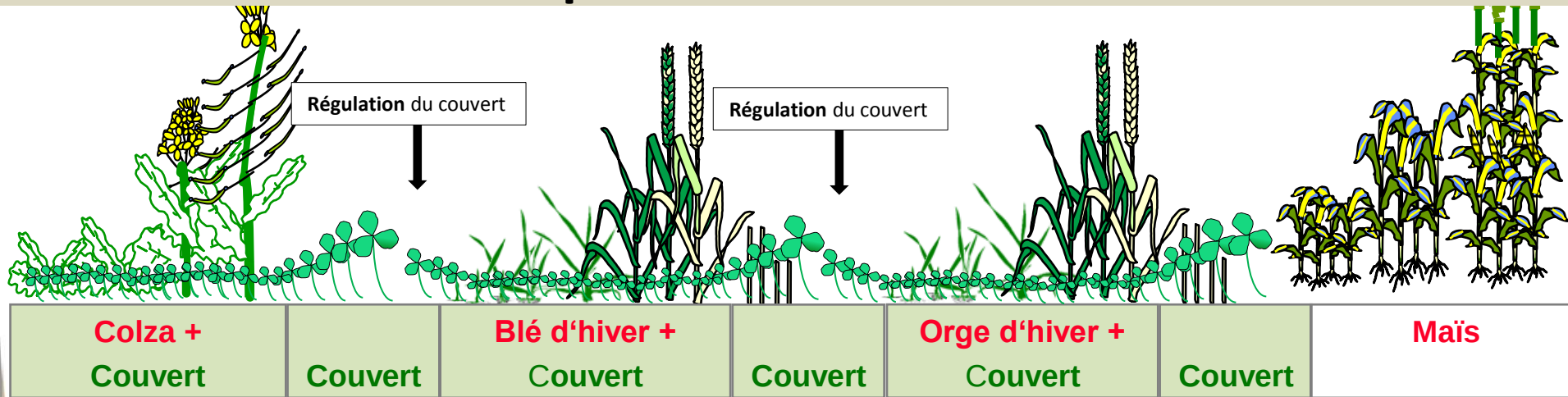


Couvert pérenne = Couverture vive

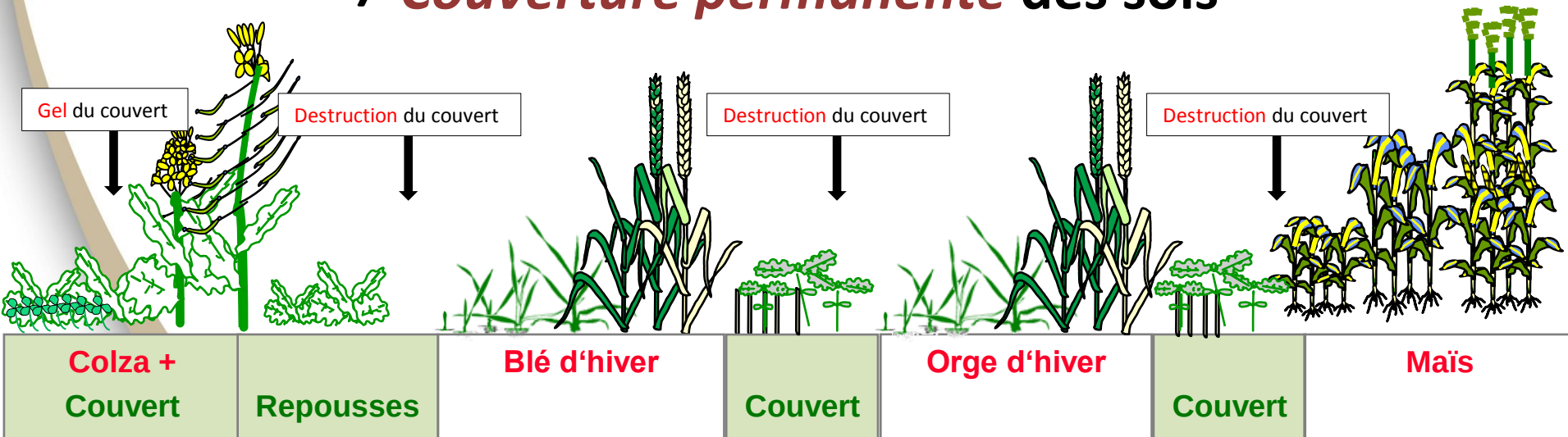


Deux notions à ne pas confondre !

Couvert pérenne = Couverture vive

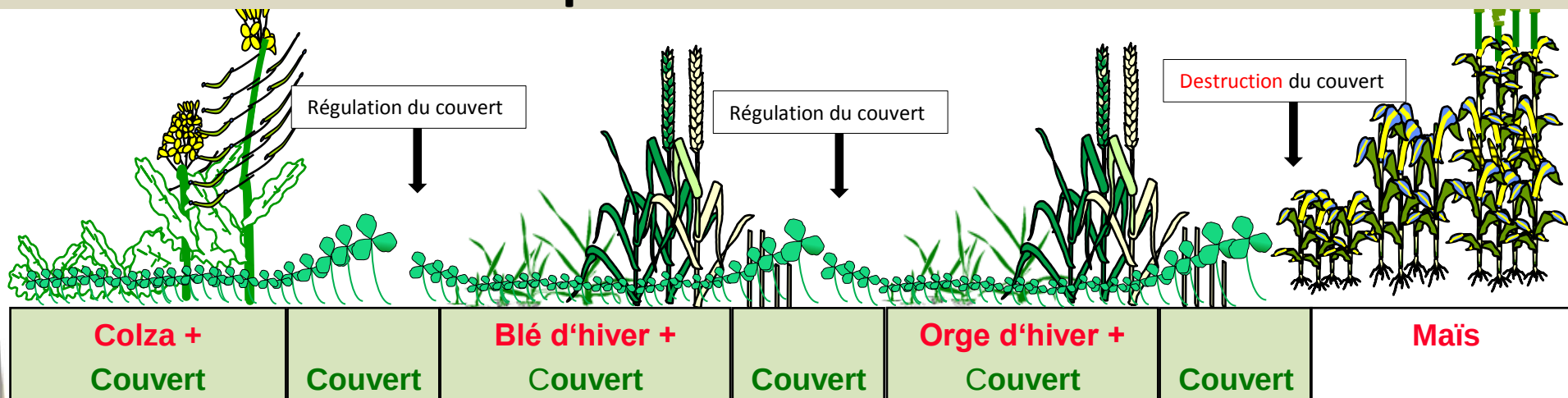


≠ *Couverture permanente* des sols



Quelles attentes ?

Couvert pérenne = Couverture vive



Attentes

Services

- Améliorer la structure du sol et augmenter l'infiltration
- Limiter le ruissellement et l'érosion
- Augmenter le taux de MO
- Contrôler les adventices
- Limiter les coûts d'implantation (temps, charges opérationnelles)
- ...

Rendement

- Maintenir voire améliorer le rendement

Questions agronomiques liées aux SCP

Choix des cultures

Physiologie

comportement à la sécheresse
rendement

Ravageurs

Implantation

Outil/ Préparation du sol
Angle du semis/date

Désherbage

détruire les adventices mais pas le couvert
diminuer la biomasse du couvert sans le tuer

Fertilisation azotée: date et doses

Porosité
Réserve en eau
Ressuyage
Ruissellement

Conduite de la culture

Structure du sol

Systèmes intégrant un
Couvert Pérenne
de légumineuse

Biologie du sol

Choix du couvert
Espèce+ variété

Conduite du couvert

Implantation

Date/densité/outil

Maîtrise du couvert et sa compétition

Macrofaune
Vie biologique
facilitation? Cycle N?

Chimie du sol

Carbone
Azote minéral et fertilisation





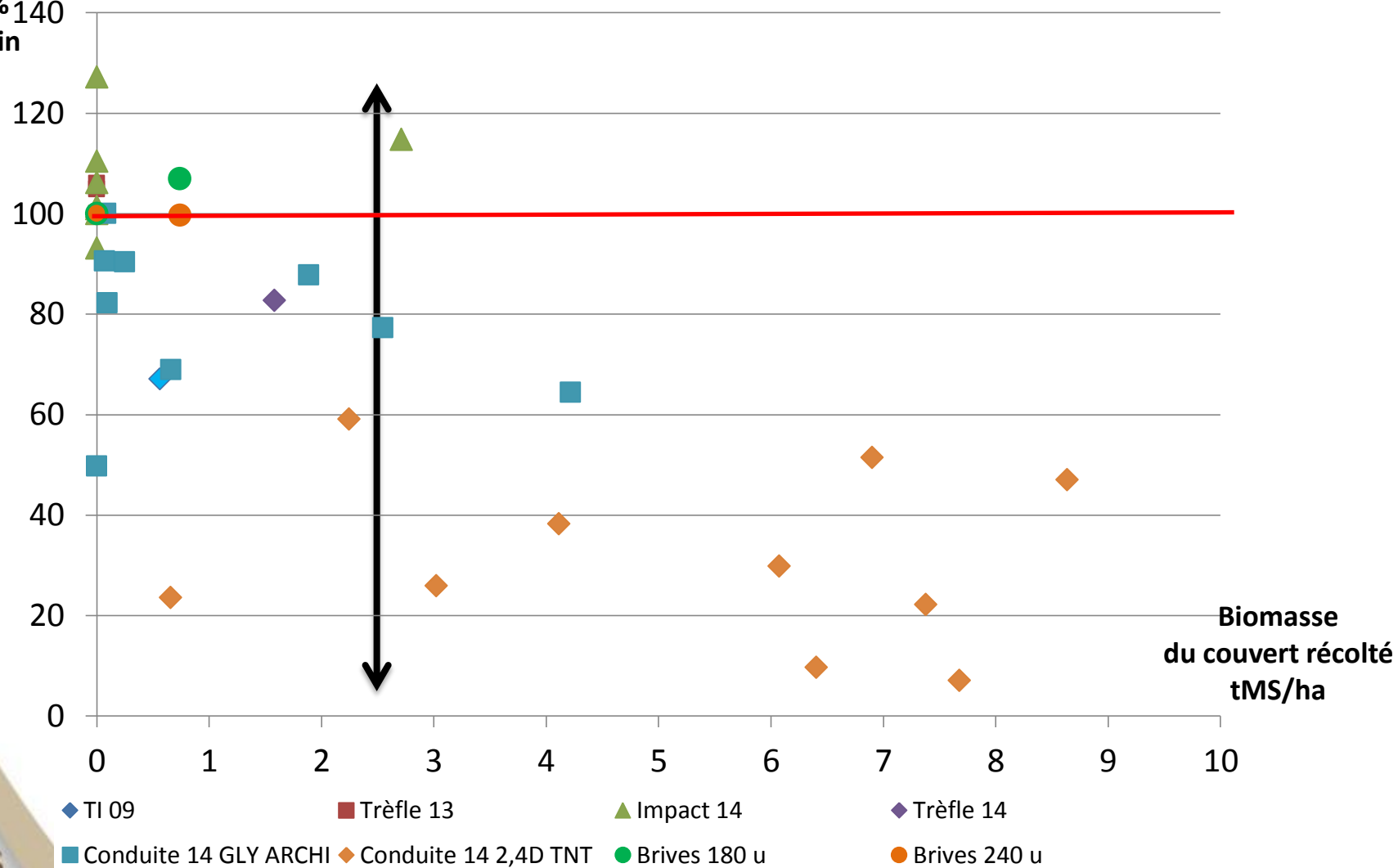
Faisabilité du système et rendement de la culture de vente



Rendement de la culture de vente

Synthèse d'essais blé tendre d'hiver + légumineuse pérenne

Rendement ou
biomasse du
blé en %
du témoin

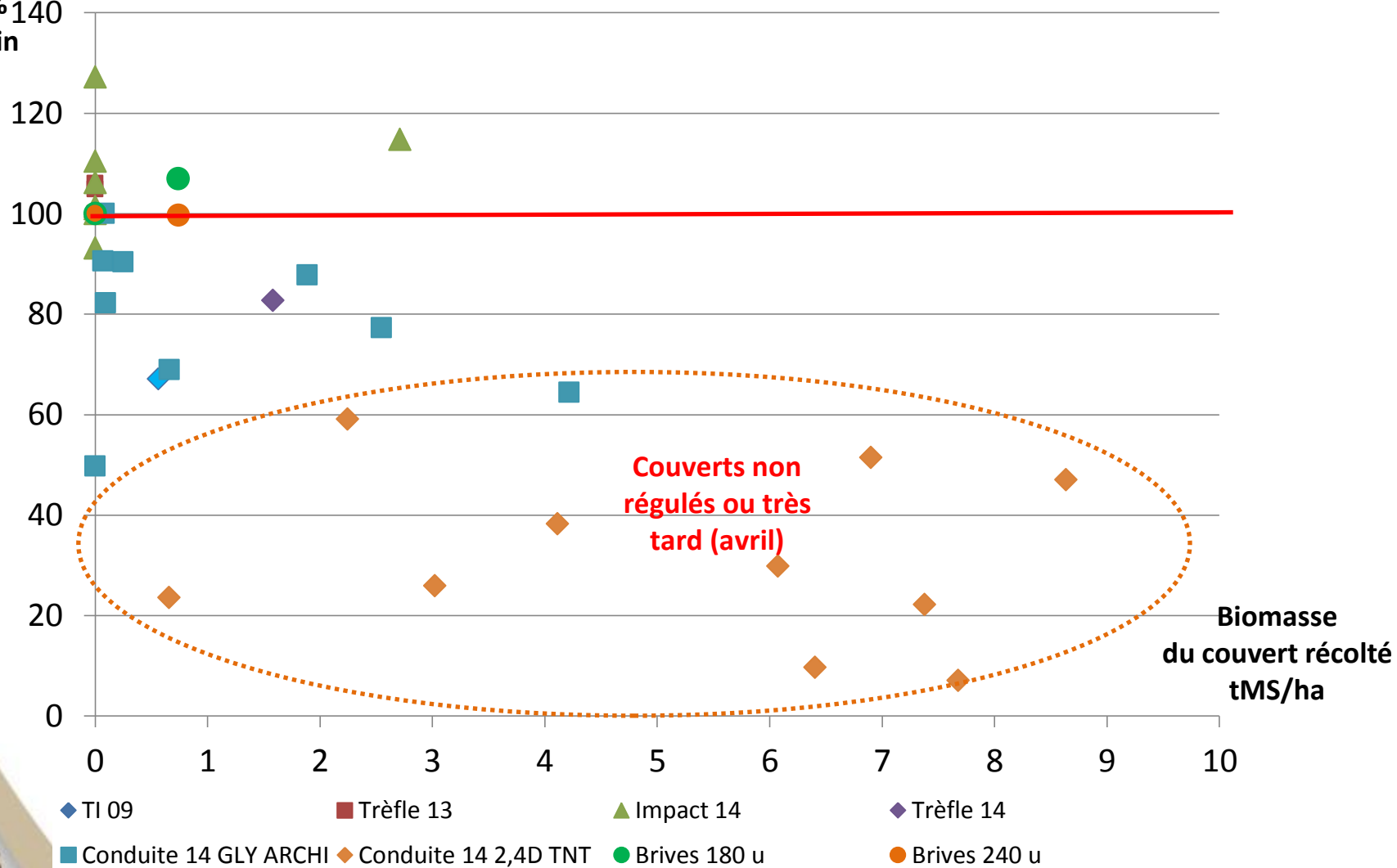




Rendement de la culture de vente

Synthèse d'essais blé tendre d'hiver + légumineuse pérenne

Rendement ou
biomasse du
blé en %
du témoin

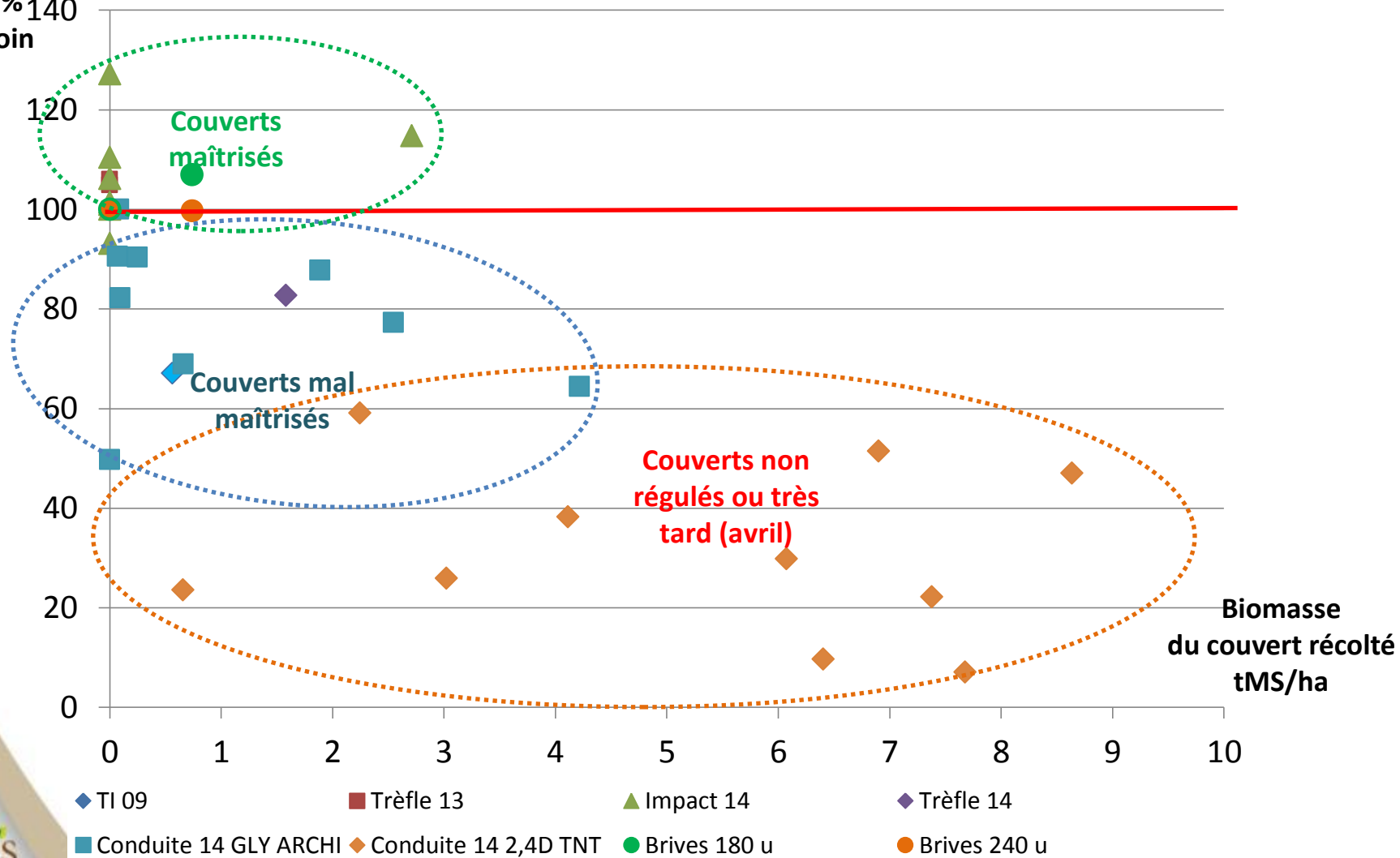




Rendement de la culture de vente

Synthèse d'essais blé tendre d'hiver + légumineuse pérenne

Rendement ou
biomasse du
blé en %
du témoin





Interactions entre le couvert et la culture : schéma conceptuel

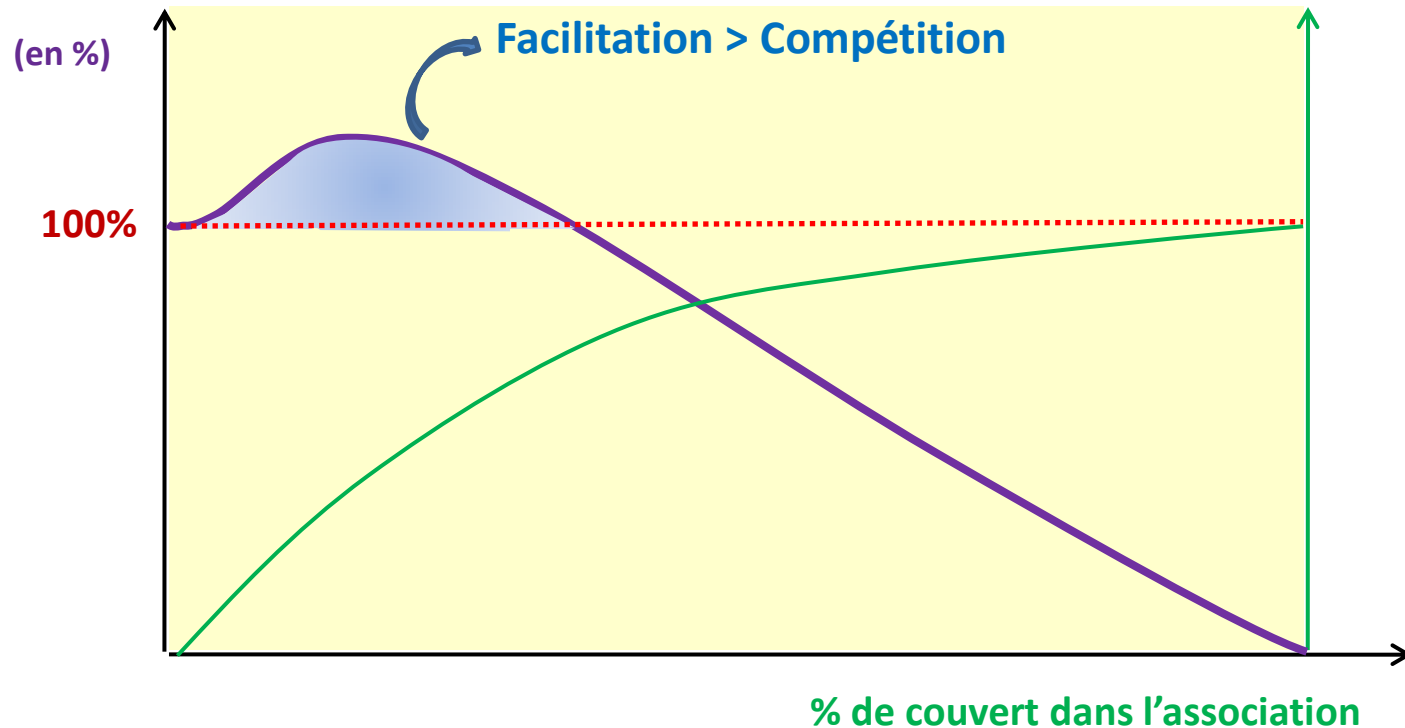
Eau

Nutriments

Lumière

rendement de la culture associée
rendement de la même culture pure

services
apportés par le
couvert



3 leviers :

Choix du couvert

Gestion de la compétition pour l'azote

Maîtrise du couvert

D'après N.Carton, ENSAIA, 2014



L'importance du choix du couvert pour la gestion de la compétition

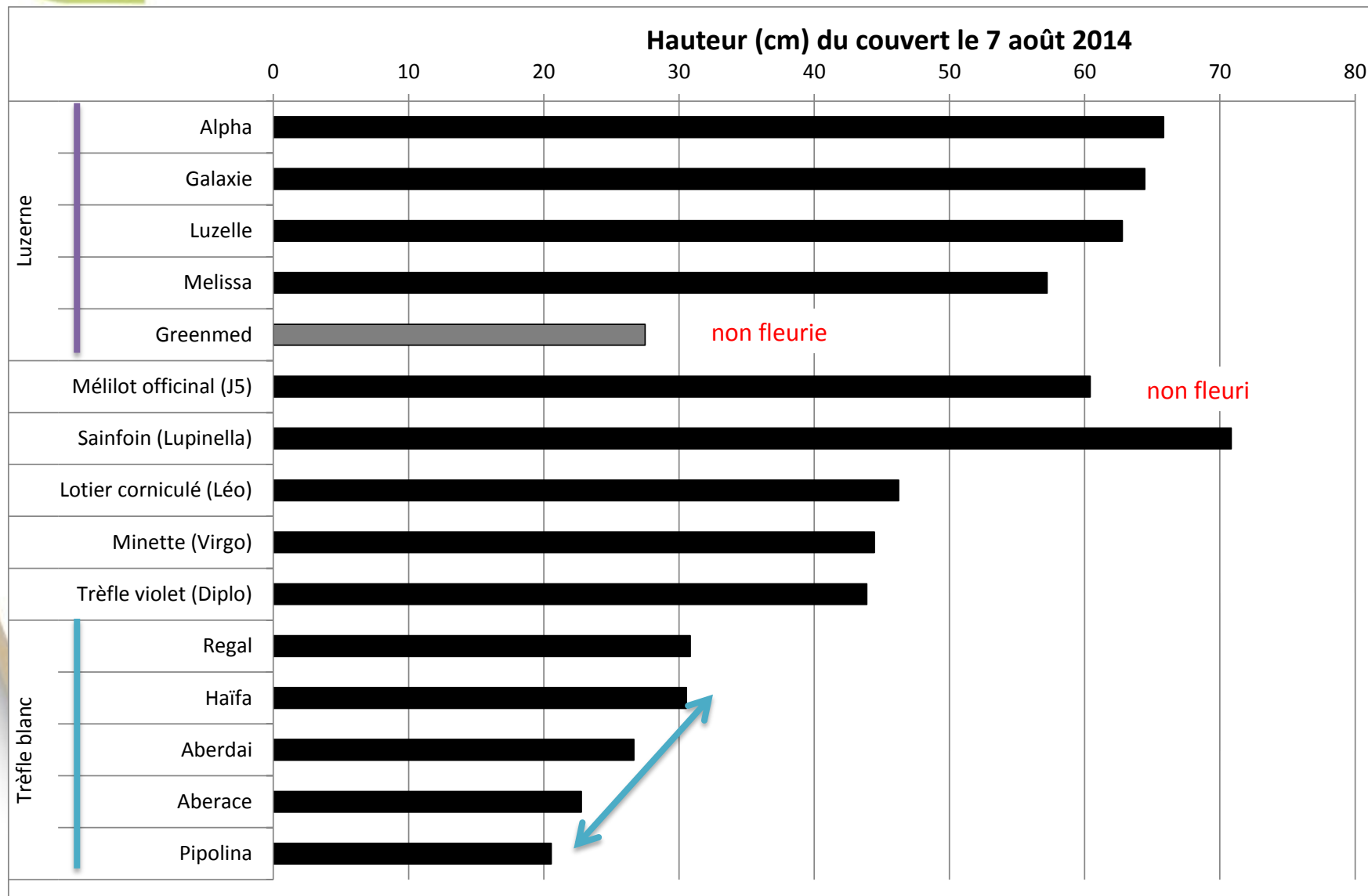


Choix du couvert et gestion de la compétition

Noms français	Rapidité d'installation	Dynamique de croissance				Gêne potentielle à la récolte
		Hiver	Printemps	Eté	Automne	
Luzerne flamande	Assez rapide	dormant	→	++		forte
Sainfoin cultivé	Moyen			++		forte
Lotier corniculé	Assez rapide	dormant	→			moyenne
Mélilot officinal	Moyen	dormant		sénescent		très forte
Minette	Rapide		++	sénescent		faible
Trèfle violet	Assez rapide			++		forte
Trèfle hybride	Assez rapide					forte
Trèfle blanc	Moyen (selon type)	→	++		++	faible
Trèfle souterrain	Assez rapide		++	sénescent		faible

++	Croissance forte
	Croissance moyenne
	Croissance faible
	?

Des espèces et variétés aux gabarits différents





Choix du couvert: luzerne

Echelle de dormance luzerne

Flamande
Dormante +

2

3

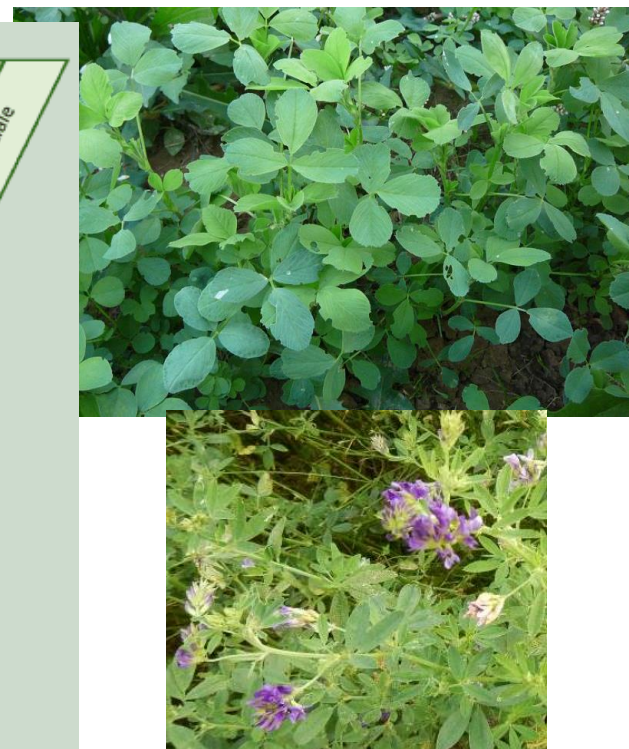
7

14

Méditerranéenne
Dormante -

Variétés en France

		EXPLOITATION PRODUCTION										QUALITÉ					
Votre sélection	VARIÉTÉ	Année d'inscription	Dormance	Départ en végétation	Vigueur en sortie d'hiver	Production C1 + C2	Production autres coupes	Production moyenne/an	Pérennité	Verse	Nématodes	Verticilliose	Anthraxnose	Maladies diverses	Teneur en protéines	Grosseur des tiges	Marque commerciale
			?	?		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
☐	Alexis	2006	5.3	08/04	6.2	10.4	6.5	16.9	8.3	5	7.6	5.8	7.5	5.3	19.2		BF
☐	Alicia	2005	5.2	09/04		10.4	6.4	16.8		5.4	5.7	5.6			20.1	5.2	LG
☐	Alpha	2003	5.1	10/04		10.5	6.4	16.9		5.8	6.7	5.5			19.5	6.4	BF
☐	Andela	2003	5.1	08/04		10.6	6.5	17.1		5.7	6.5	5.9			18.8	5.7	PE
☐	Prunelle	2006	4.6	09/04	5.9	10.4	6.3	16.7	7.9	5.2	6.8	6.7	7.3	5.3	19.4		RS
☐	Timbale	2003	4.6	09/04		10.4	6.3	16.7		6.2	5.7	5.7			19.9	6.1	JS
☐	Artemis	2010	4.5	06/04	6.2	10.9	6.6	17.5	8.8	5.7	7.8	5.6	9	9	19		BF
☐	Exquise	2007	4.5	09/04	5.8	10.3	6.2	16.5	7.8	6.5	6.3	6.2	7.6	4.7	19.8		CS
☐	Babelle	2013	4.4	10/04	5.9	10.7	6.4	17.1	7.6	6.1	5.6	5.4	8.5	4.3	19.3		
☐	Everest	2008	4.4	10/04	5.7	10.4	6.2	16.6	8.3	6.1	6.3	5.7	8.1	5.1	19.1		GL
☐	Galaxie	2007	4.3	09/04	5.9	10.8	6.4	17.2	7.8	6.2	7	5.6	8.3	5.2	20		JS
☐	Félicia	2009	4.2	09/04	5.5	10.8	6.2	17	7.9	6.4	6.6	5.4	8.4	4.6	20.1		JS
☐	Cannelle	1998	4.2	10/04	5.5	10.6	6.3	16.9	7.7	5.1	5.8	6.2	7.1	5.5	19.5	4.2	RS
☐	Concerto	2003	4.1	10/04		10.5	6.1	16.6		6.7	6.6	6			20	6.2	FD
☐	Rachel	2002	4.1	10/04		10.3	6.4	16.7		6.3	4.7	6.3			20.4	4.7	CS



Source : herbe-book.org¹⁶



Gestion de l'azote



10 essais sur blé de 2009 à 2015

Légumineuses détruites dans la culture ou vivante pendant tout le cycle du blé

Lieu	Culture (précédent)	Année récolte	Espèces de couvert	Date de semis / Destruction du couvert
Boigneville-91	BTH (BTH)	2009	Trèfle incarnat	Juillet 2008 / 29 juillet 2009
Boigneville-91	BTH (colza)	2013	Trèfle blanc Trèfle blanc	Août 2011 / Octobre 2012 Août 2011 / Mars 2013
Brives-36	BTH (colza)	2013	Luzerne	Août 2011 / 0 destruction
Boigneville-91	BTH (jachère)	2014	Luzerne, Sainfoin, Minette, Mélilot Trèfle blanc, Lotier	Juillet 2013 / Mars 2014 Juillet 2013 / 0 destruction
Boigneville-91	BTH (maïs gr.)	2014	Trèfle blanc	Août 2012 / 0 destruction
La Jaillière-44	BTH (maïs fourrage)	2014	Mélange de trèfles incarnat, Alexandrie et souterrain	Mai 2013 / Hiver 2013/2014
Boigneville-91	BTH (jachère)	2015	Trèfles blanc, violet et souterrain, Minette Luzerne, Sainfoin, Mélilot, Lotier, Mélange de 6 légumineuses	Mars 2014 / Mai 2015 Mars 2014 / 0 destruction
La Jaillière-44	BTH (BTH)	2015	Trèfle blanc	Juillet 2014 / 0 destruction
Lavincourt-55	BTH (pois p.)	2015	Luzerne	Avril 14 / 0 destruction
Demange aux eaux-55	BTH (colza)	2015	Luzerne	Août 13 / 0 destruction



Impact variable du couvert associé sur le rendement

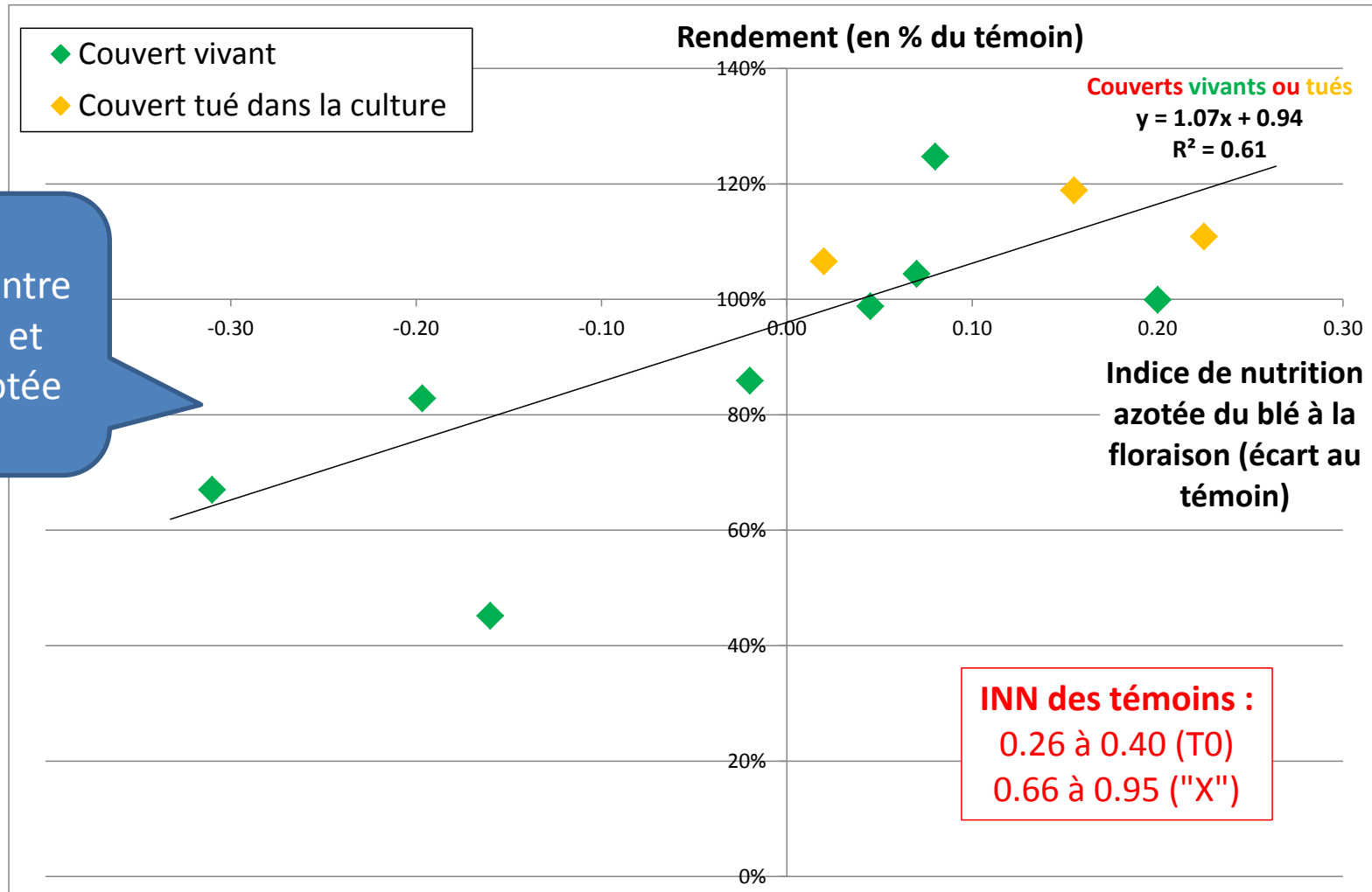
Les premières composantes affectées, les dernières compensent

COMPOSANTE	EN % DU TÉMOIN			
	MINIMU M	MOYENN E	MAXIMU M	TEST DES DONNÉES APPARIÉES
PLANTES/M ²	75	93	118	SIGNIFICATIF À 5%
EPIS/M ²	75	96	112	NON SIGNIFICATIF
GRAINS/ÉPI	85	103	122	NON SIGNIFICATIF
PMG	91	102	112	SIGNIFICATIF À 5%
RENDEMENT				
COUVERTS MORTS	92	104	119	SIGNIFICATIF À 10%
COUVERTS VIVANTS	45	96	125	NON SIGNIFICATIF
% PROTÉINES	86	101	113	NON SIGNIFICATIF

+ Forte variabilité avec
les couverts vivants

Effet du couvert associé et nutrition azotée

Corrélation entre
rendement et
nutrition azotée



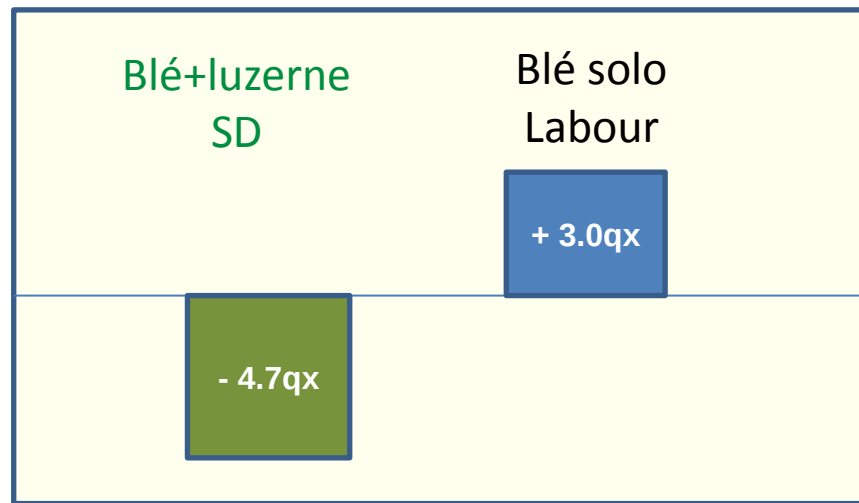


Fourniture d'azote par la légumineuse

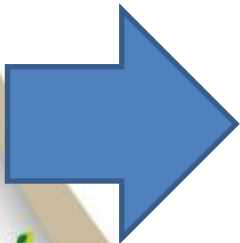
Légumineuse
dans du blé :

- Un enjeu azote du couvert très variable $\pm 50 \text{ kgN/ha}$
- Une concurrence possible vis-à-vis de l'azote

Conséquence de
l'impasse de l'apport
tallage (à dose totale
identique)



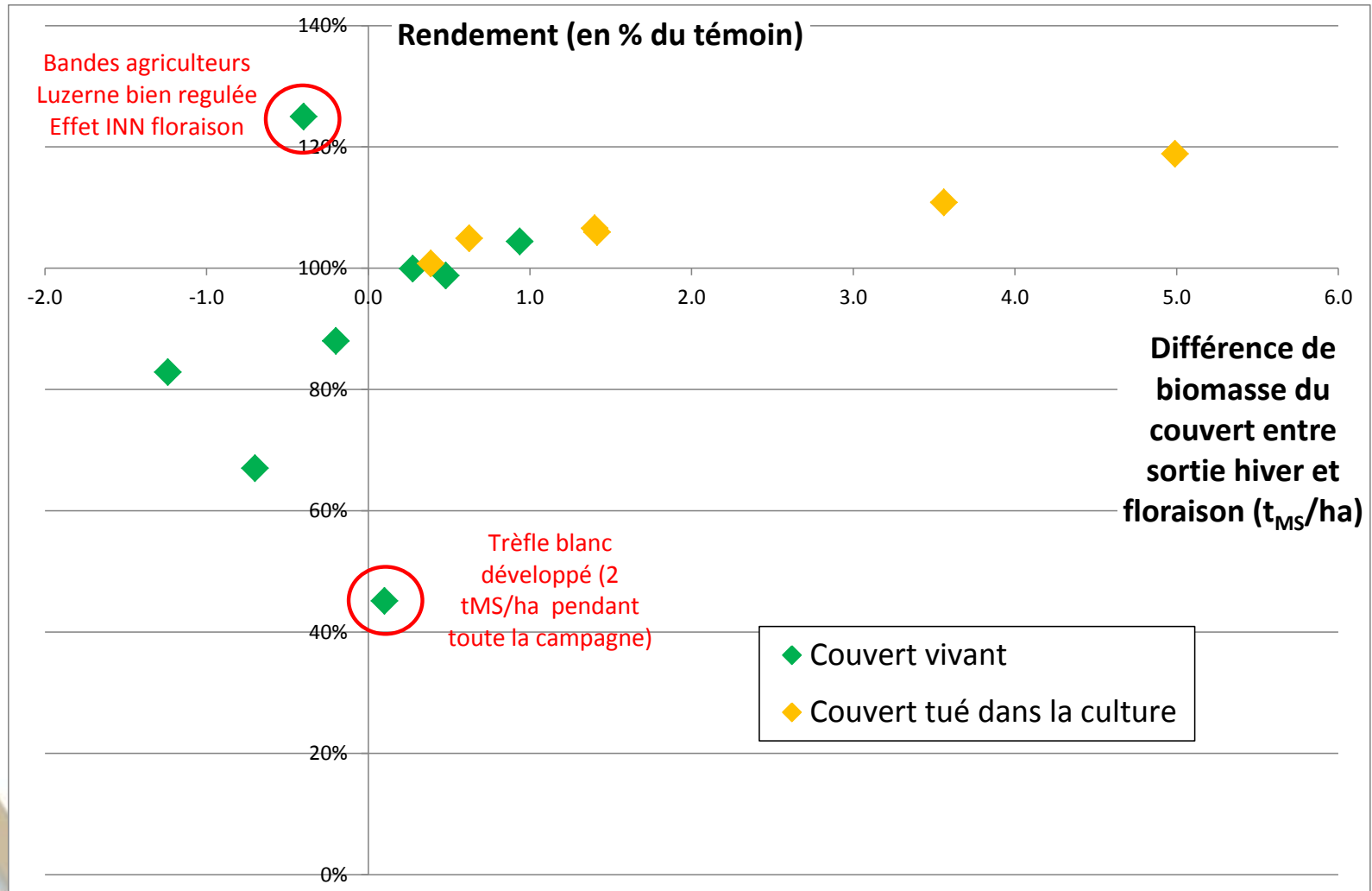
St Hilaire (55) 2015 Luzerne non défoliée en SH



Un gestion de la dose et du fractionnement à préciser dans les systèmes avec couvert vivant + implantation très simplifié.
(risques de confusion des effets)



La réduction de biomasse du couvert entre sortie hiver et floraison corrélée au rendement ?

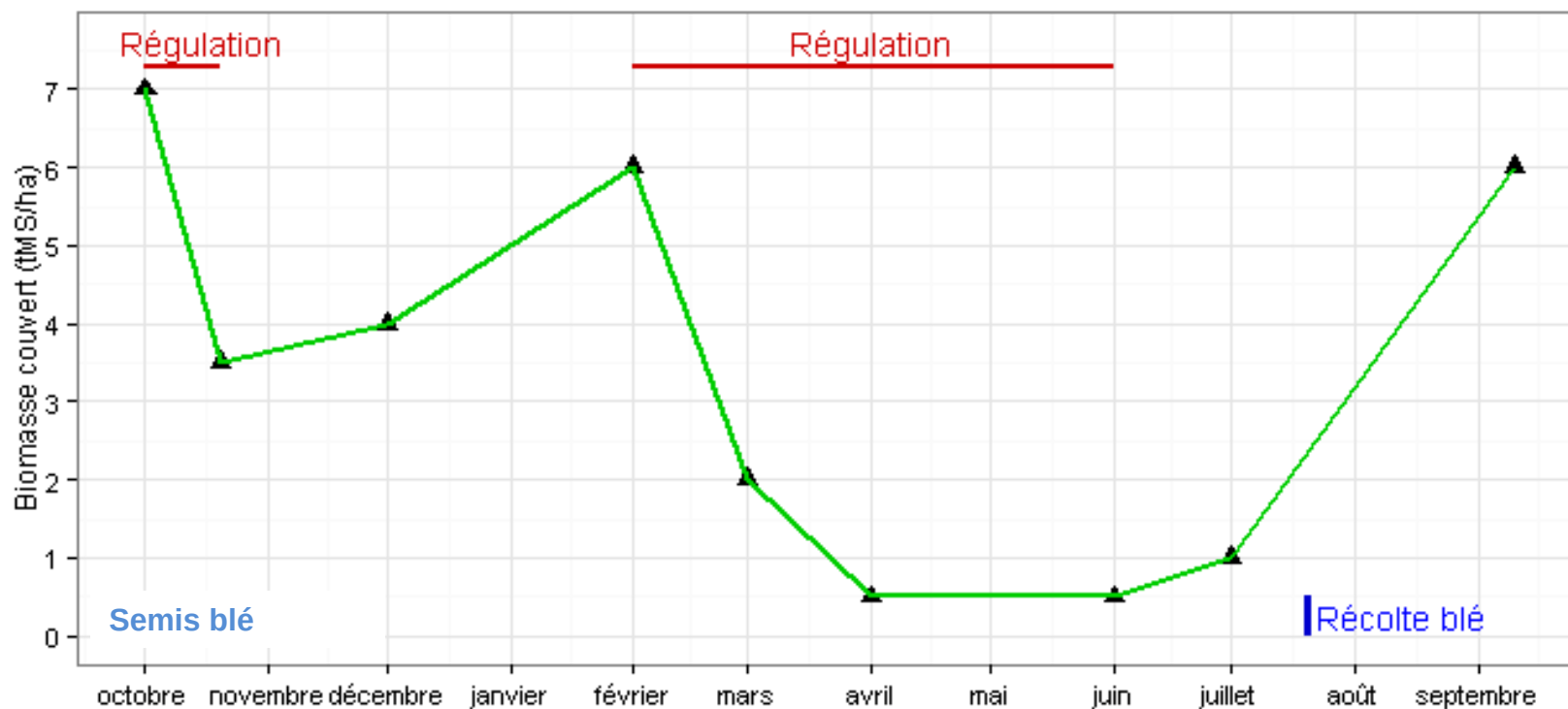




Une trajectoire idéale pour le développement du couvert ?

Objectifs

- Maximiser la biomasse en Sortie hiver
- Contenir la biomasse du couvert au printemps autour de 0.5-1tMS/ha





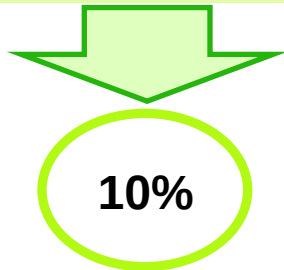
La réduction de biomasse et le type de couvert correlés au transfert d'azote

Luzerne

Forte biomasse
Forte fixation N

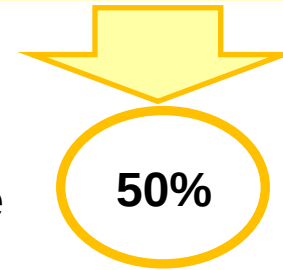
Faible décroissance saisonnière
Faible perte de pieds

Pivots (physiquement durs à décomposer) à C/N élevé



10%

% d'azote fixé par la
légumineuse transférable
à la graminée(*)



50%

Trèfle blanc

Biomasse réduite
Fixation moyenne N

Forte variation saisonnière de la
population du trèfle (stolons)

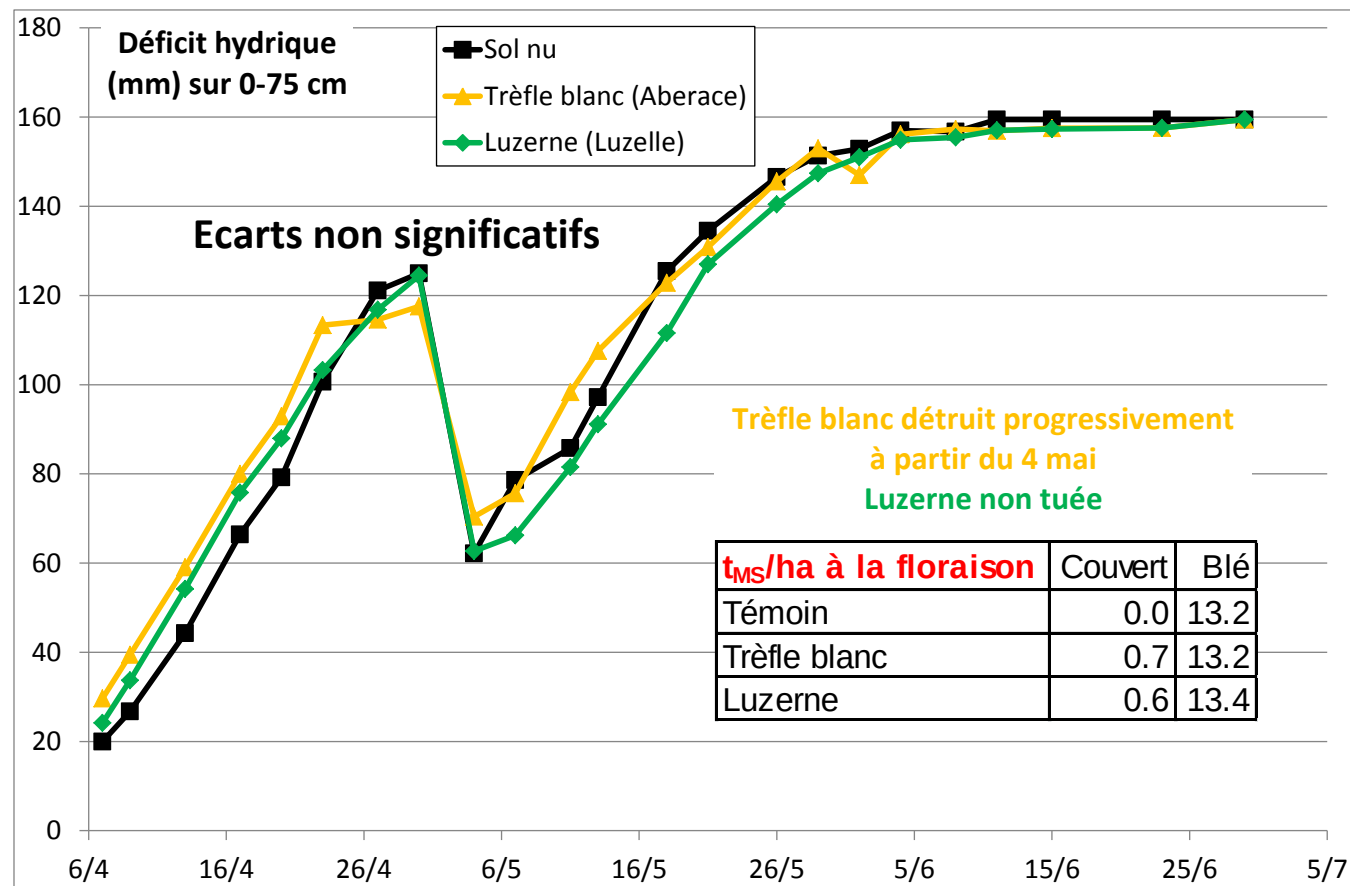
La mort d'une plante ou d'un stolon
contribue à la rhizodéposition.

Compétition pour l'alimentation en eau ?

Peu d'effet du couvert bien maîtrisé sur la consommation en eau du sol

À vérifier sur les 1ers cm avec le trèfle

Faible biomasse = faible transpiration ; moins d'évaporation



Déficit hydrique calculé sur la base de valeurs tensiométriques à 30 et 60 cm.

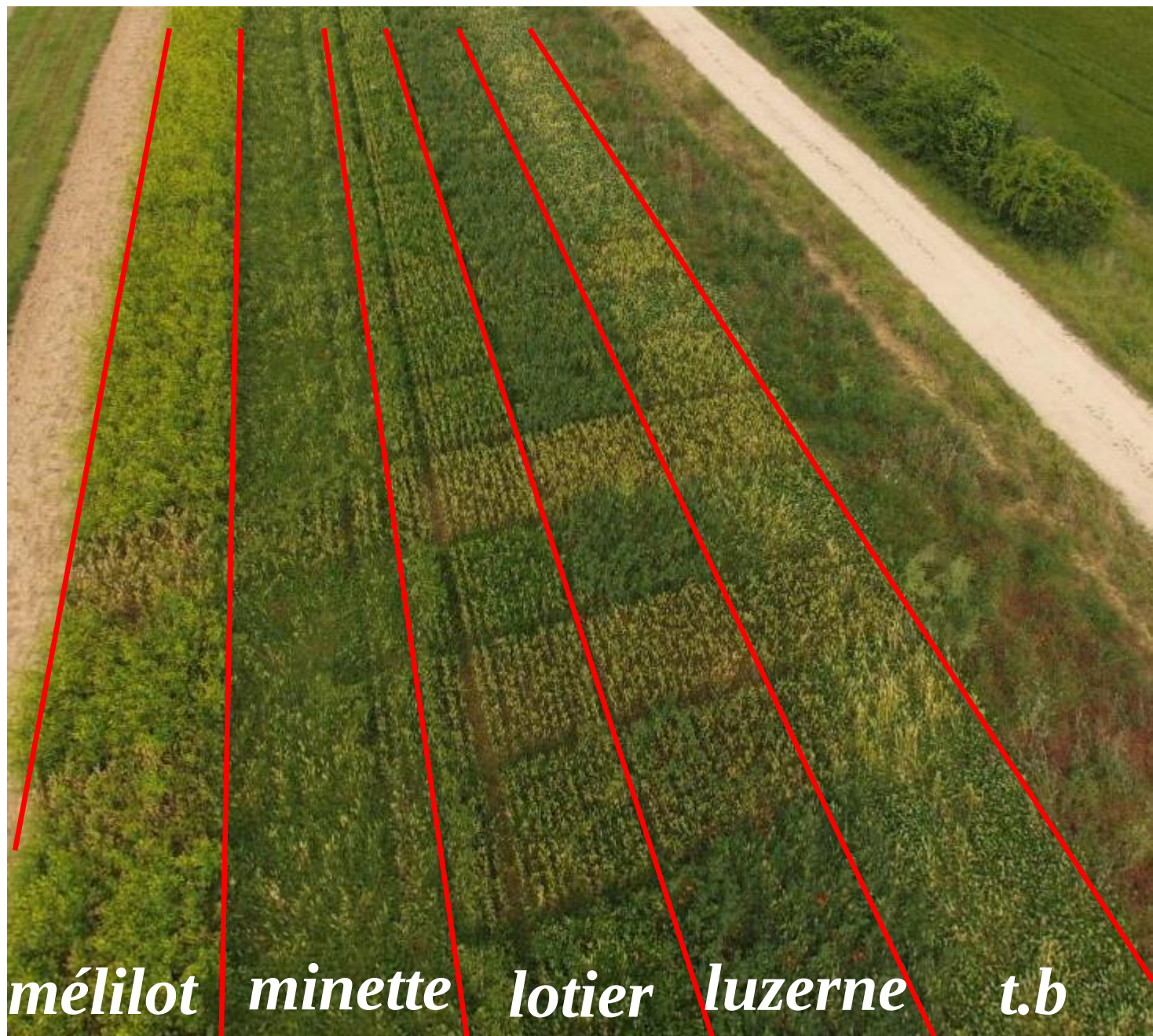
Boigneville 2015



Réguler la compétition exercée par le couvert & désherber

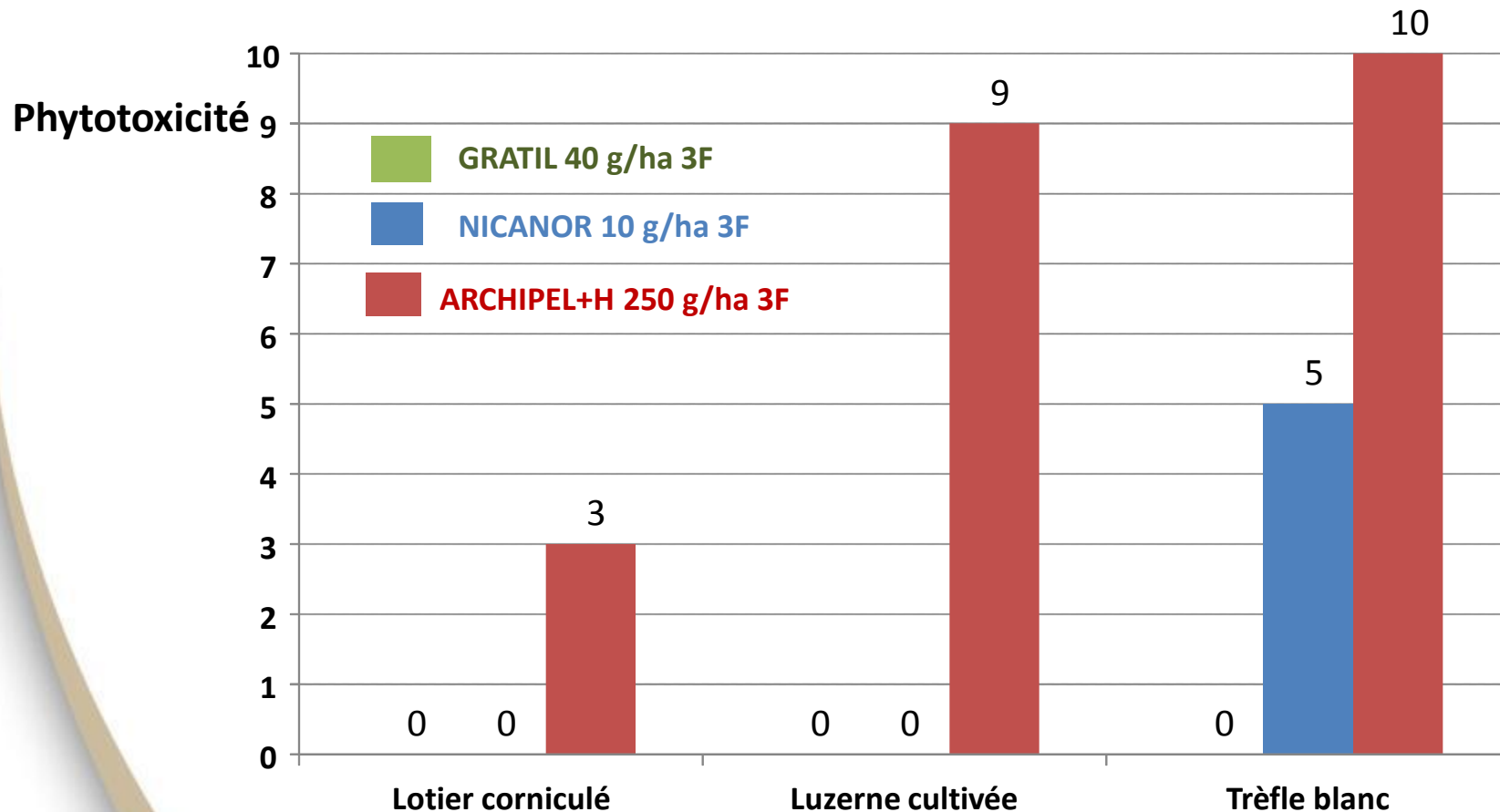
Screening
herbicides blé
sur couverts

Couverts dans
du blé
Herbicides et
témoins en
travers

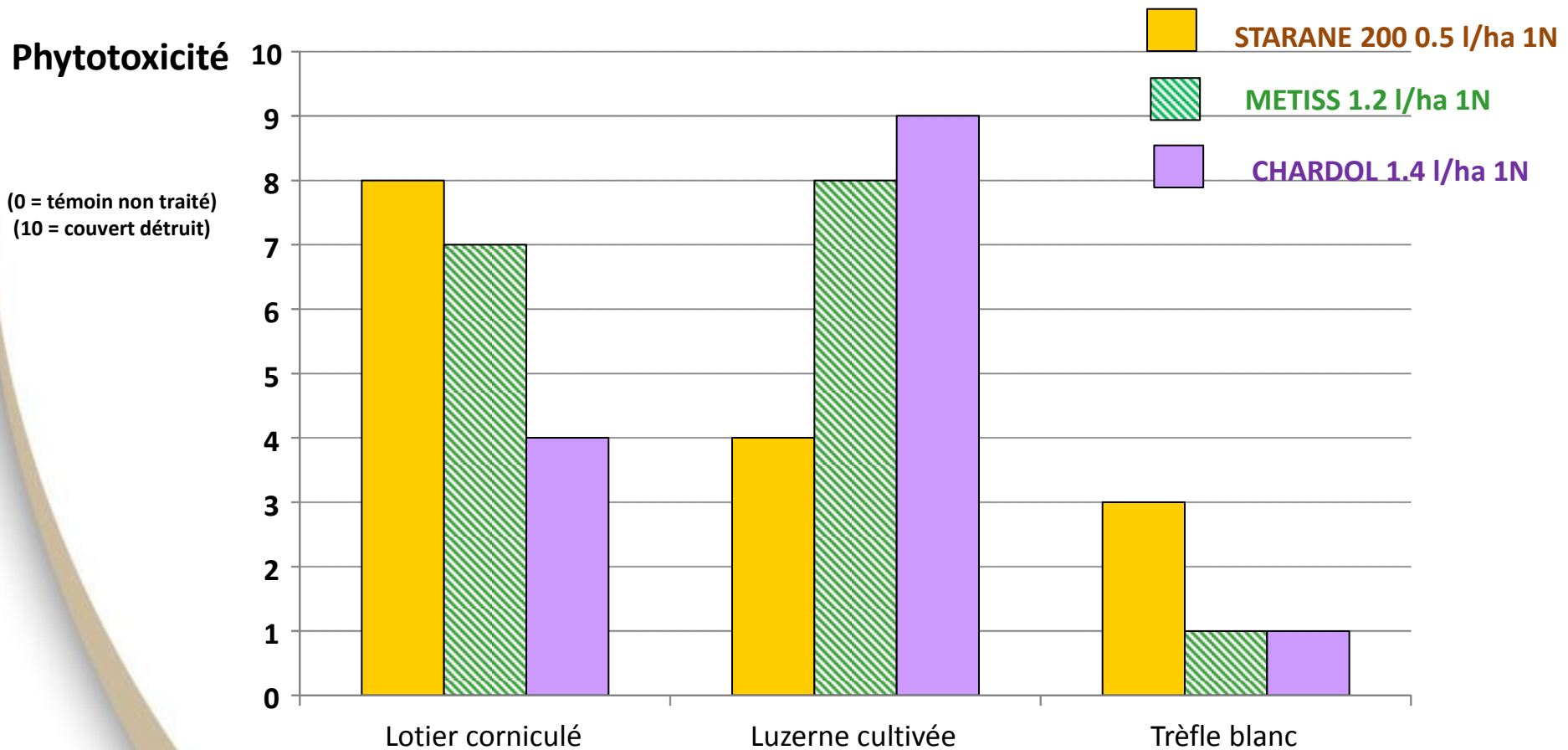


Boigneville 21 juin 2014

Des sensibilités très différentes des légumineuses aux sulfonylurées



Des sensibilités très différentes des légumineuses aux hormones



Screening herbicides blé sur couverts

Les 3 essais mis en place

Lieu Année	Boigneville 2014					Boigneville 2015					St Hilaire 2015				
Date de semis des couverts	14/08/2013					14/08/2013					02/08/2014				
Date de semis du blé	30/10/2013					16/10/2014					29/09/2014				
Age des couverts au semis du blé	77 jours					428 jours					58 jours				
	Luzerne	Lotier c	Méillot j	Trèfle bl	Minette	Luzerne	Lotier c	Méillot j	Trèfle bl	Minette	Luzerne	Luzerne naine	Lotier c	Méillot j	Trèfle bl
Pré-semis ou pré-levée	24/10/2013 Pré-semis					23/10/2014 Pré-levée					10/10/2014 Germination-Levée				
1-2 feuilles	20/11/2013 1 feuille					05/11/2014 2 feuilles					23/10/2014 1 feuille				
Stade Etat végétatif des couverts															
3 feuilles-début tallage	14/01/2014 3 feuilles					16/01/2015 3 talles					11/03/2015 3 talles				
Stade Etat végétatif des couverts															
1 nœud	01/04/2014 1 nœud					13/04/2015 1 nœud					28/04/2015 1 noeud				
Stade Etat végétatif des couverts															

Couvert en croissance active

Entrée en dormance ou surface foliaire limitée

Couvert en dormance (peu actif, peu de surface foliaire)



Phytotoxicité des herbicides très variable et à action rapide ou lente

Des essais avec une seule application par campagne

+++	Bonne sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très limités
++	Sélectivité moyenne de l'herbicide sur le couvert
+	Assez faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert
	Très faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très marqués avec destruction du couvert
	Sélectivité de l'herbicide sur le couvert très variable : de bonne à faible

De nombreux paramètres expliquent la variabilité des réponses entre essais

- Capacité de détoxification propre à chaque espèce
- Etat végétatif du couvert (croissance active ou non, surface foliaire selon dormance, réserves selon l'âge et la conduite...)
- Conditions climatiques
- Pouvoir compétitif de la céréale



Herbicides blé sur couverts - Synthèse 2014-2015

Le glyphosate

		Trèfle Blanc		Luzerne		Lotier		Mélilot		Minette	
		Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle
	Clinic (glyphosate) 360 g/ha	+++	+++			+++	+++	+++		+++	+++
	Clinic (glyphosate) 720 g/ha	++		+		+++		+	+	++	+++
	Clinic (glyphosate) 1080 g/ha	+	+					+		+	

Les autres produits

		Trèfle Blanc		Luzerne		Lotier		Mélilot		Minette	
		Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle
1-2 f	Trooper 1.8 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Trooper 2,5 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Fosbury 0.4 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Fosbury 0.6 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Quartz 1 l/ha	+++		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Quartz 2 l/ha			+++		+++	+++		+++	+++	+++
1-2 f	Mamut 0.1 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1-2 f	Mamut 0.2 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
3 f-3 t	Platform 40WG 25 g/ha		+++		+++		+++	+++	+++	+++	+++
3 fs-3 t	Platform 40WG 50 g/ha		+++		+++		+++	+++	+++	+++	+++
1-3 f	H1304 0.75 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++	+++
1-3 f	H1304 1.5 l/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++	+++
3 f-3 t	Brennus plus 1 l/ha	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
3 f-3 t	Brennus plus 2 l/ha	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++

+++	Bonne sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très limités
++	Sélectivité moyenne de l'herbicide sur le couvert
+	Assez faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert
	Très faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très marqués avec destruction du couvert
	Sélectivité de l'herbicide sur le couvert très variable : de bonne à faible



Herbicides blé sur couverts - Synthèse 2014-2015

Les inhibiteurs de l'ALS "sulfo"

		Trèfle Blanc		Luzerne		Lotier		Mélilot		Minette	
		Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle
3 f -3 t	Gratil 20 g/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
3f -3 t	Gratil 40 g/ha	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
3f -3 t	Nicanor 5 g/ha		+++		+++		+++	+++	+++	+++	
3f -3 t	Nicanor 10 g/ha	+	+		+++	+	+++	+++	+++		+
1-2 f	Kalenkoa 0.8 l/ha			+++	+	+++	+++	+++			
3f -3 t	Archipel 250 g/ha					++	+++				
3f -3 t	Archipel duo 0.8 l/ha	+			++		+++			+++	
3f -3 t	Atlantis pro 0.9 l/ha					+	+++				
3f -3 t	Abak 0.25 + H			+	+++	+	+			+++	+
3 f -3 t	Primus 0.02 l/ha ou WG 0.004 g/ha		+	+++	+++	++	+++	+++	+	+++	++

Les hormones de synthèse

		Trèfle Blanc		Luzerne		Lotier		Mélilot		Minette	
		Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle	Sélectivité 15-60 j. après traitt	Sélectivité en fin de cycle
1 nd	Metiss (MCPA) 0.6 l/ha	+++	+++	+++				+++	+	++	
1 nd	Metiss (MCPA) 1.2 l/ha		+++				+	+		++	
1 nd	Chardol (2,4D) 0.7 l/ha	+++	+++			+++	+++			++	
1 nd	Chardol (2,4D) 1.4 l/ha		+++		+		++			+	
1 nd	Starane 200 0.25 l/ha			+++	+++	+++	+++	++	+	++	
1 nd	Starane 200 0.5 l/ha				+++		+	+		++	

- +++ bonne sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très limités
- ++ Sélectivité moyenne de l'herbicide sur le couvert
- + Assez faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert
- Très faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très marqués avec destruction du couvert
- Sélectivité de l'herbicide sur le couvert très variable : de bonne à faible

Compétition faible

Compétition

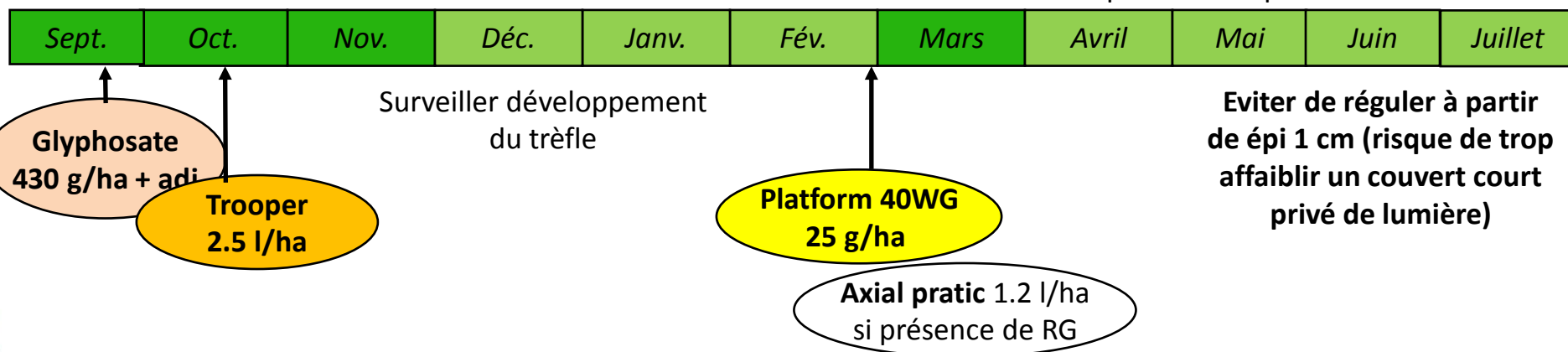
Compétition élevée

Exemple de conduite du couvert sous blé : adapter la régulation aux périodes de compétition

Trèfle blanc

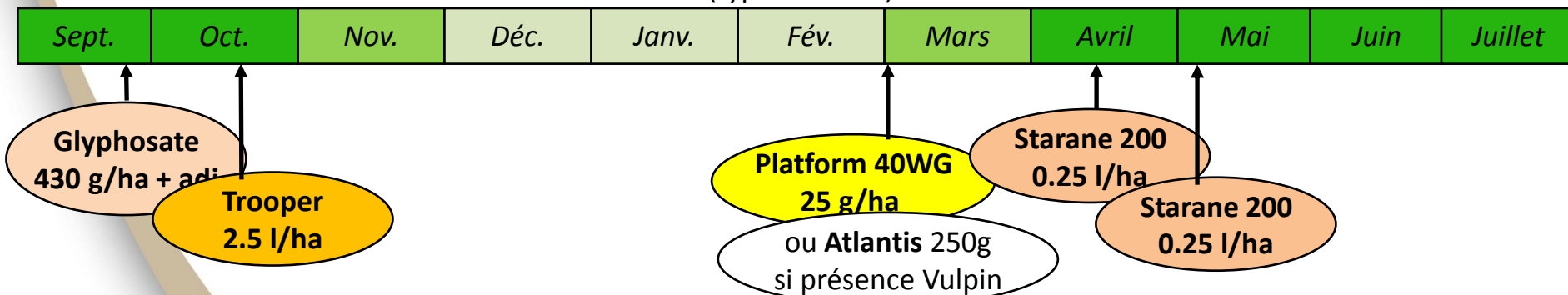
Espèce non dormante

Espèce courte pouvant être étouffée



Luzerne cultivée

Variétés dormantes (type flamand)





Couverts permanents : des questions posées

Impacts environnementaux ?

Transferts ?

Nitrate

Phytos

Structure
du sol ?

Erosion ?



Impact bioagresseur ?



Impacts économique ?

Rentabilité
économique

Statut
réglementaire

