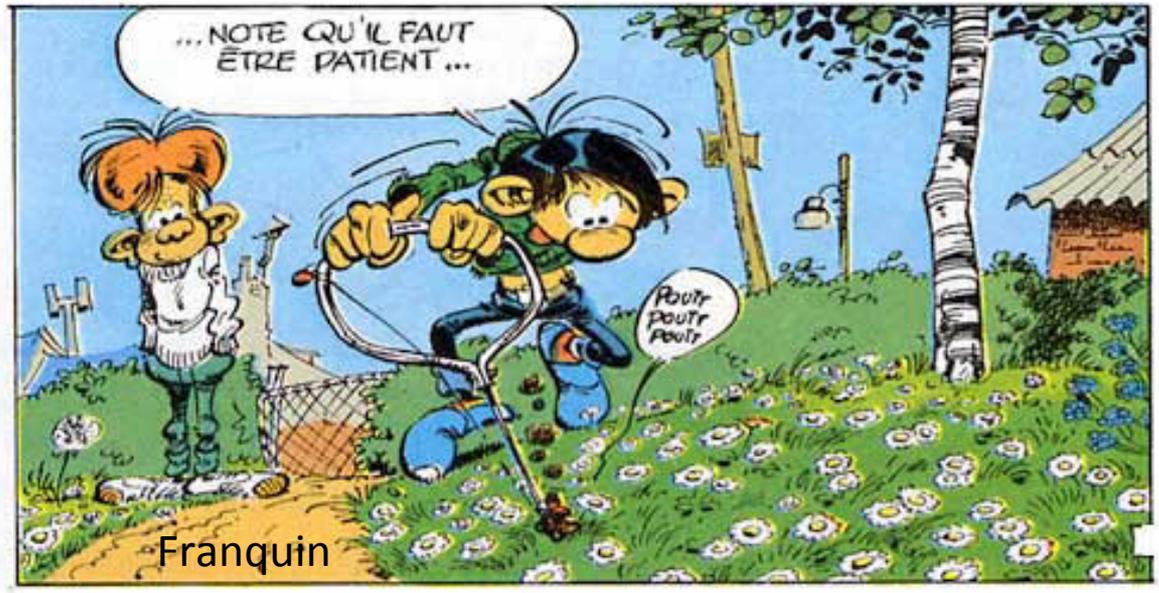


L'enherbement du rang comme alternative au travail du sol



Claude-Eric Parveaud
Johanna Brenner
Sophie-Joy Ondet
Gilles Libourel



... mais pourquoi chercher une alternative au travail du sol ?

Travail du sol



Rapport coût / efficacité
Technique maîtrisée
Outils adéquats disponibles



Coût énergétique
Limitation enracinement superficiel
Propriétés biologiques et chimiques
Tassement du sol / perméabilité
désherbage chimique : pollution eau et sol

Enherbement

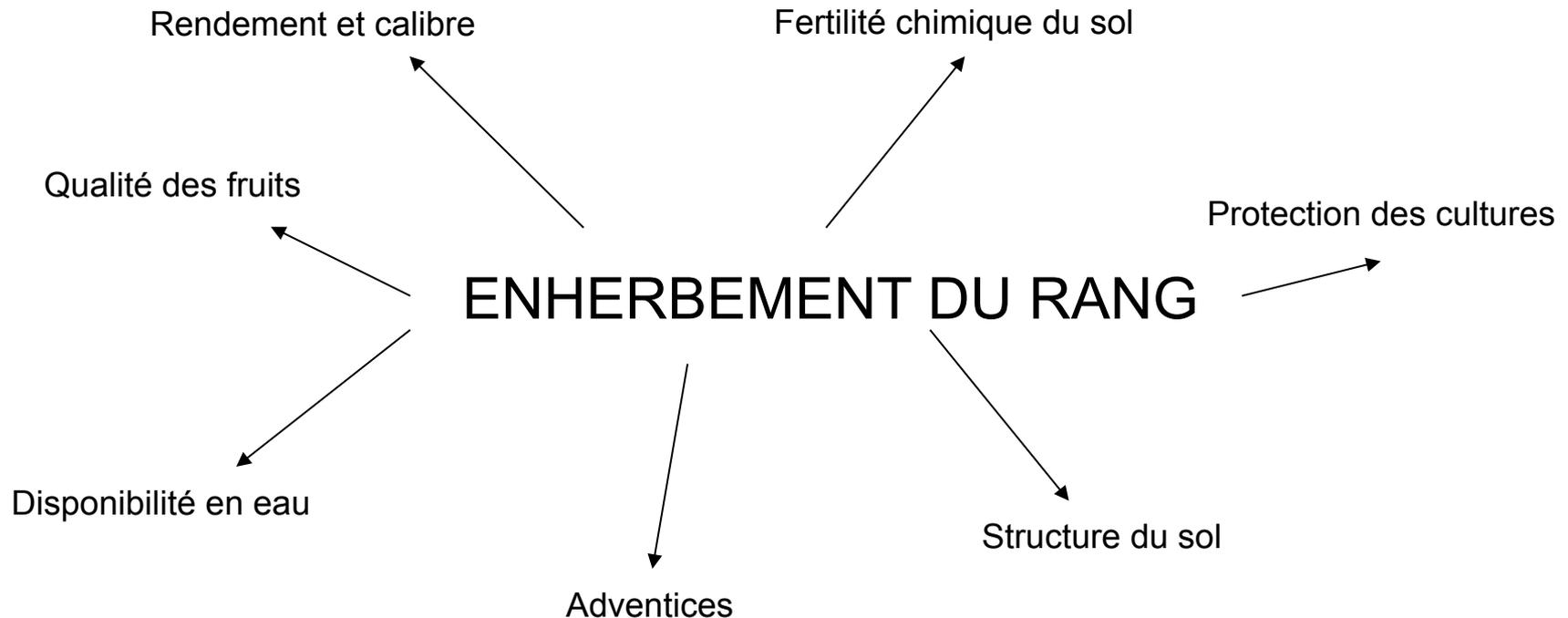


Restitution azote
Stabilité du sol / érosion
Effet tampon T° et eau
Limite le ruissellement
Diversité faunistique



Concurrence eau et azote
Gel de printemps
Campagnols

Quels sont les effets attendus d'un enherbement du rang ?



Mise en œuvre en verger commercial → besoin d'une évaluation globale (Barberi 2002)

Comment choisir les espèces ?

Selon le système de conduite,
Selon les exigences des espèces...

Comparaison de différents espèces de plantes utilisables pour l'enherbement

Espèces	Implantation	Résistance aux passages	Longévité	Besoins en eau	Sols argilo-calcaires profonds	Sols sablo-limoneux, sablo-argileux de profondeur moyenne	Sols sablonneux peu profonds
Ray grass	4	3	2	4	oui	non	non
Fétuque rouge demi-traçante	2-3	3	3	2	oui	oui	non
Fétuque rouge gazonante	2-3	2	3	2	oui	oui	non
Fétuque élevée	2-3	4-5	3	2	oui	oui	non
Fétuque ovine	1	1	4	1	oui	oui	non
Pâturin des prés	1	3	4	2	oui	oui	oui
Tréfle souterrain	4	1	2	2	non	non	oui
Tréfle blanc nain	2	2	2	4	non	non	oui

Note de 0 à 5 : 0 = Niveau faible - 5 = Niveau élevé

Source : Guide enherbement des vignes, 2009 - Chambre d'agriculture du Rhône

Comment choisir les espèces ?

...et une hiérarchisation des services attendus

- Restitution d'azote
- Support pour biodiversité fonctionnelle
- Amélioration structure du sol / effet décompactant
- ...

	Espèce	Vitesse d'implantation	Potentiel concurrentiel	Potentiel de recouvrement	Pérennité	Référence
Composées	Epervière piloselle	0 (semis) XX (godet)	X	XX	XX	3,4,5
Légumineuse vivace	Lotier corniculé	X à XXX	X	X	XX	1,3,4,5
Graminée vivace	Fétuque ovine	X	X	XXX	XXX	3,4
Légumineuse bisannuelle	Minette	X à XXX	XX	X à XXX	X	1,7
Légumineuse vivace	Trèfle blanc	X à XXX	X	X à XXX	X	1,3,4,6
Légumineuse annuelle	Trèfle souterrain	X à XXX	X	X à XXX	X	1
Vivace	Achillée millefeuille	X	X	XX	XX	2,5,7
Vivace	Petite pimprenelle	XX	X	XX	X	2,5,7

Brenner 2015

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

pommier

taux de recouvrement

	Couverture maximale
Dactyle [Medly]	98 % (2003)
Fétuque élevée [Centurion]	100 % (2002)
Luzerne annuelle [Ampus]	66 % (2002)
Luzerne pérenne [Selga]	25 % (2006)
Achillée millefeuilles	98 % (2002)
Fétuque ovine [Durette]	100 % (2001-2002-2003-2004)
Sainfoin	45 % (2001)
Pimprenelle	20 % (2001)
Sédum rupestre	2 % (2001)
Sédum acre	0 %
Pâturin compressé	0 %
Témoin Jachère (spontanée)	95 %



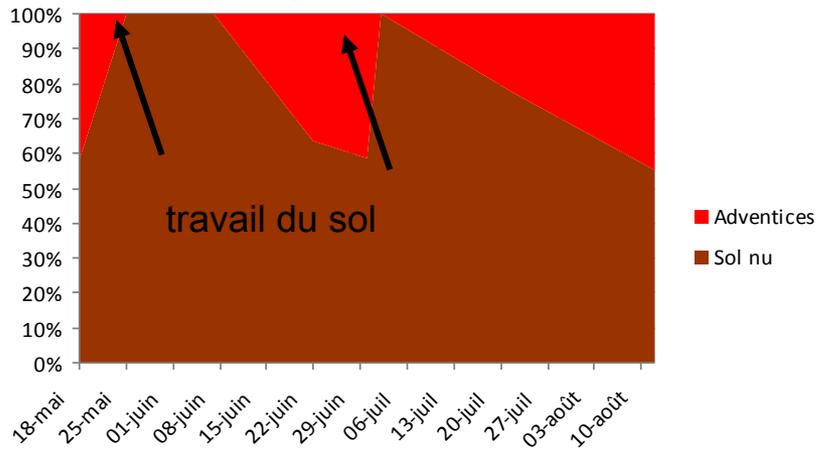
Fétuque ovine

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

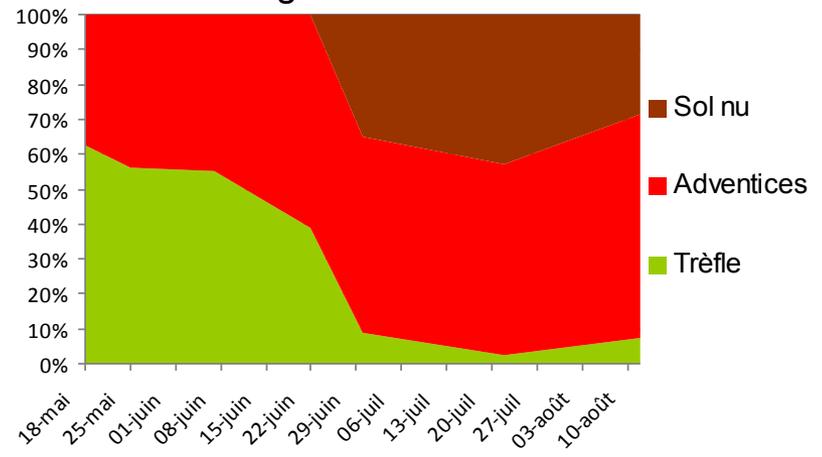
pêcher

taux de recouvrement

Travail du sol sous goutteur



Trèfle blanc nain sous goutteur



- Gestion inefficace des adventices à partir fin juin 2010 liée à une mortalité du trèfle
- Travail du sol : gestion efficace des adventices

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

Modalité LTF – F. ovine visible – mars 2010



Modalité S – mars 2009

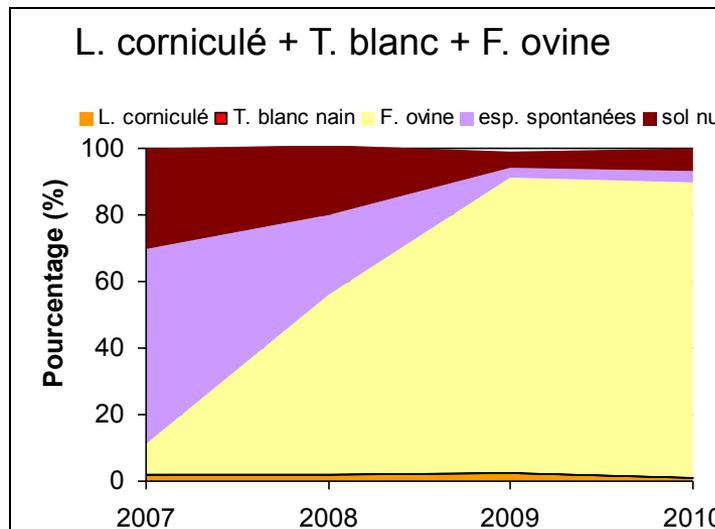
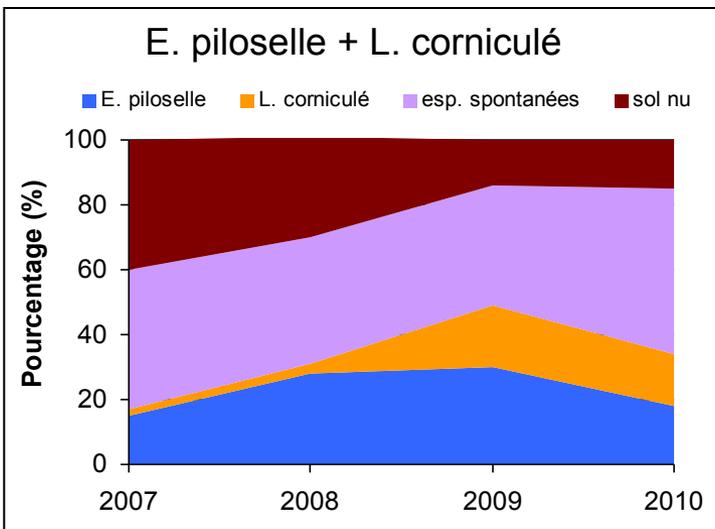
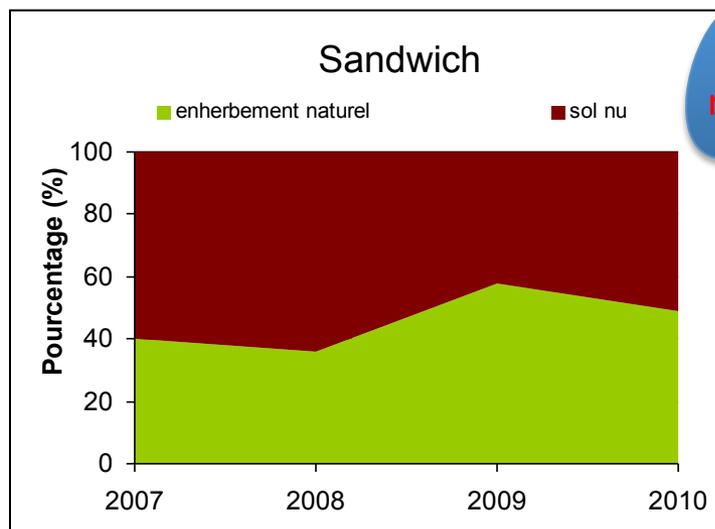
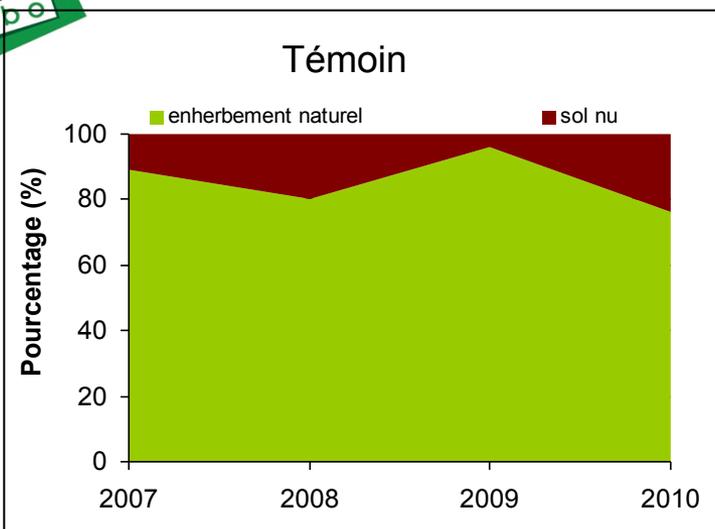


Modalité T – novembre 2009



Épervière piloselle – novembre 2009





- EL : implantation plus lente de L. corniculé et E. piloselle (+ coup de griffe accidentel)
- LTF : taux de couverture > 60% un an après semis ; F. ovine domine

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

Association de légumineuses avec des graminées gazonnantes



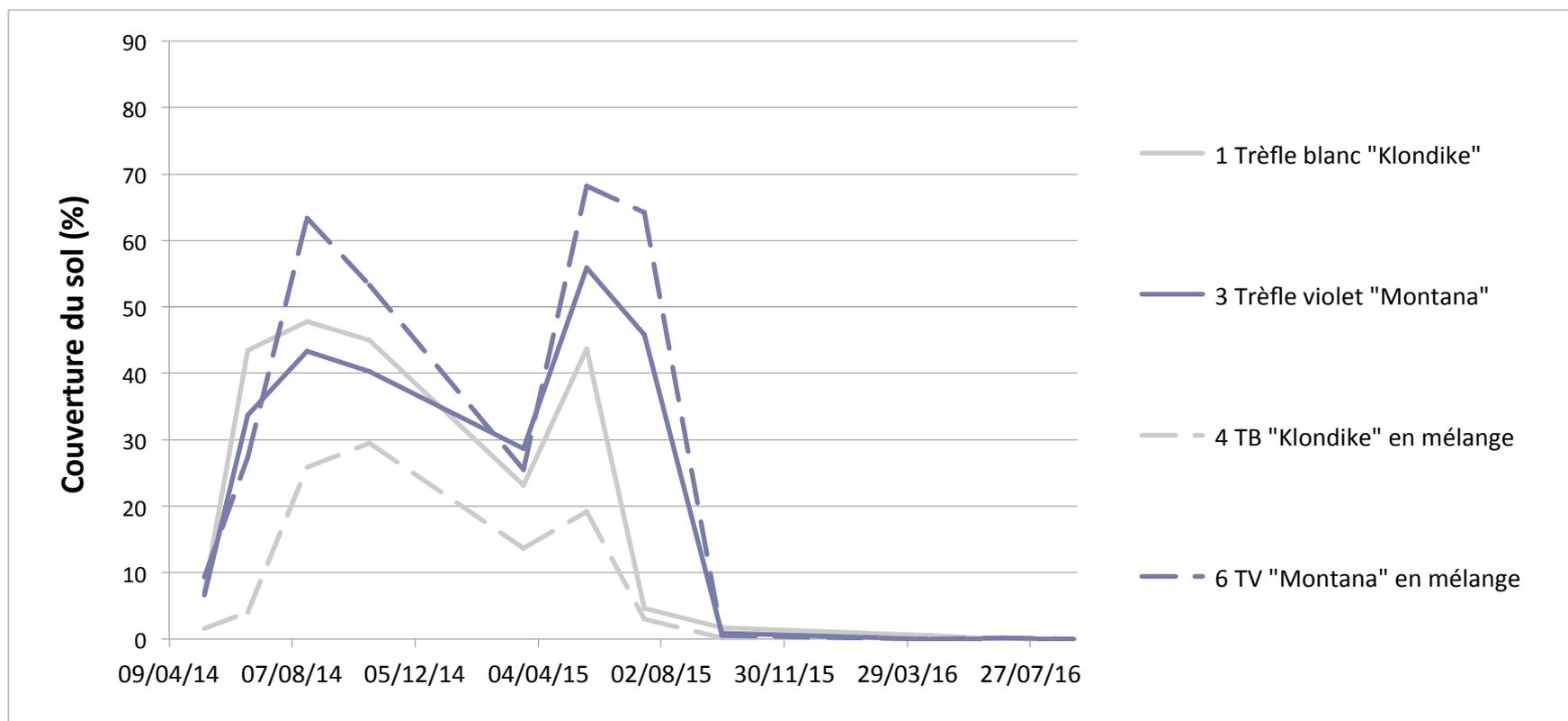
Modalité	Espèce légumineuse	Espèce graminée
1	Trèfle blanc 'Klondike'	
2	Minette	
3	Trèfle violet 'Montana'	
4	Trèfle blanc 'Klondike'	Fétuque ovine 'Spartan'
5	Minette	Fétuque ovine 'Spartan'
6	Trèfle violet 'Montana'	Fétuque rouge traçante 'Maxima'
7	Luzerne 'Luzelle'	Orge
8	Minette 'Virgo' Lotier 'Bull' Trèfle blanc 'Rivendel' Anthyllis Hippocrepis	

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

pêcher

taux de recouvrement

Evolution de la couverture au sol - Trèfles



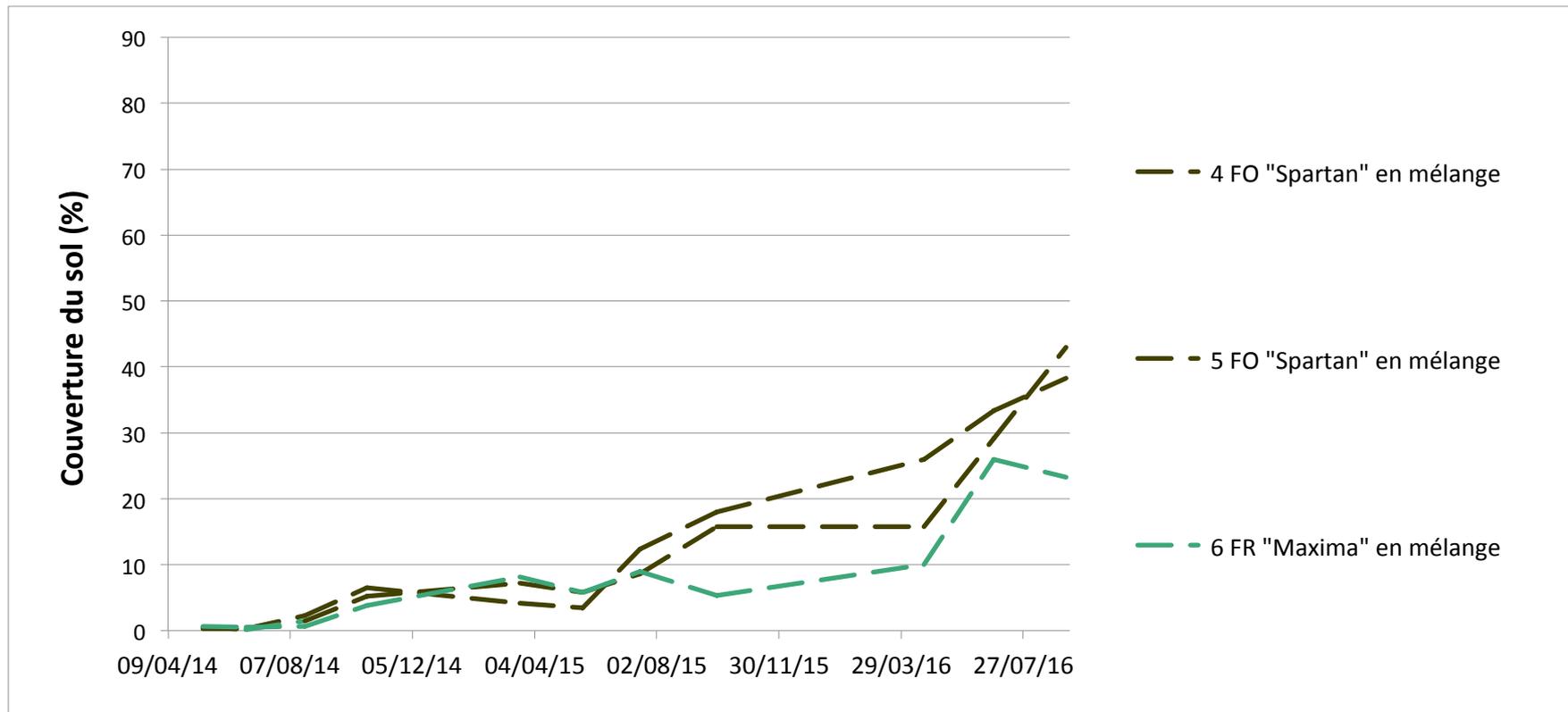
- Tx de recouvrement élevés
- Trèfle violet > Trèfle blanc
- Intérêt du mélange pour le TV malgré un densité de semis plus faible que TV seul

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

pêcher

taux de recouvrement

Evolution de la couverture au sol - Fétuques



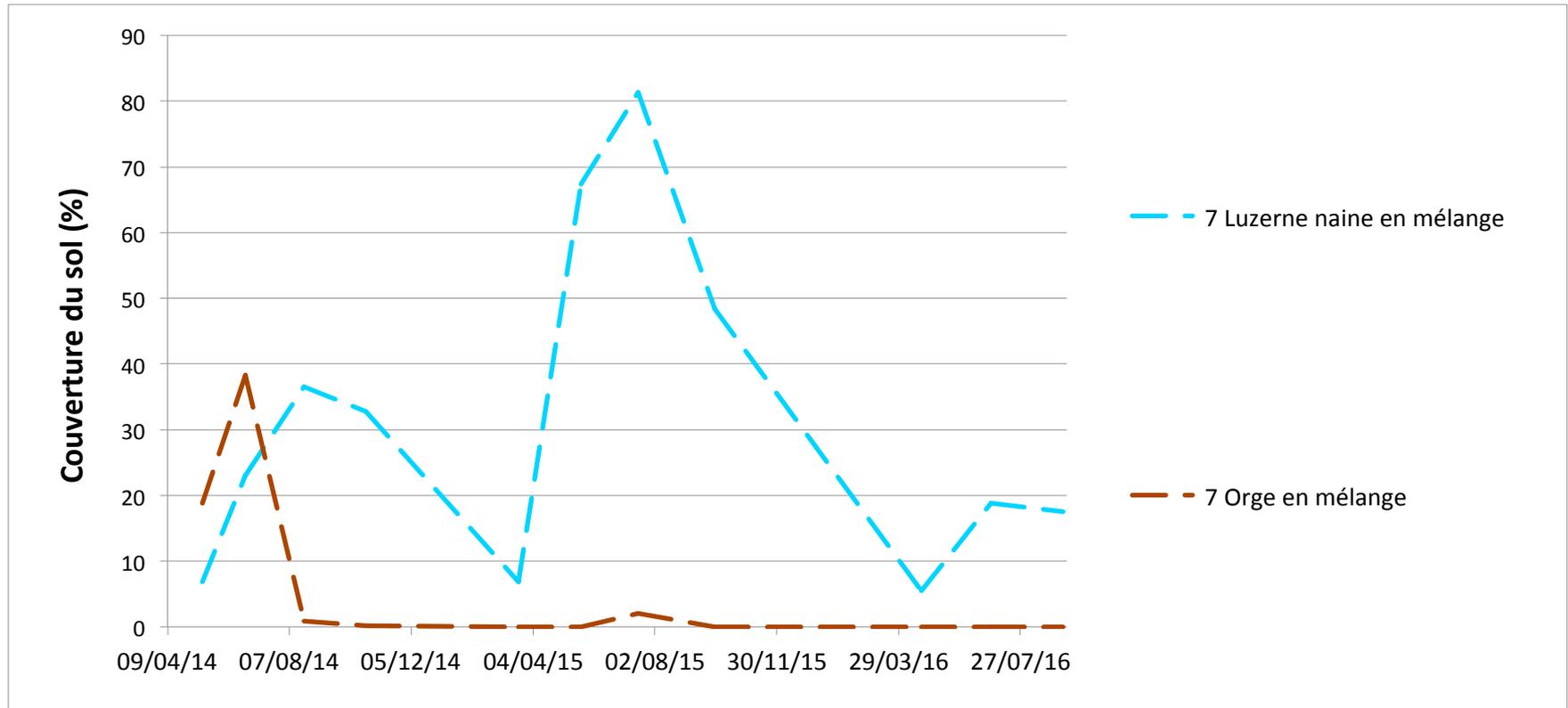
- Implantation lente
- Effet couvrant au sol : motte très dense
- A envisager en mélange

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

pêcher

taux de recouvrement

Evolution de la couverture au sol – Orge et Luzerne



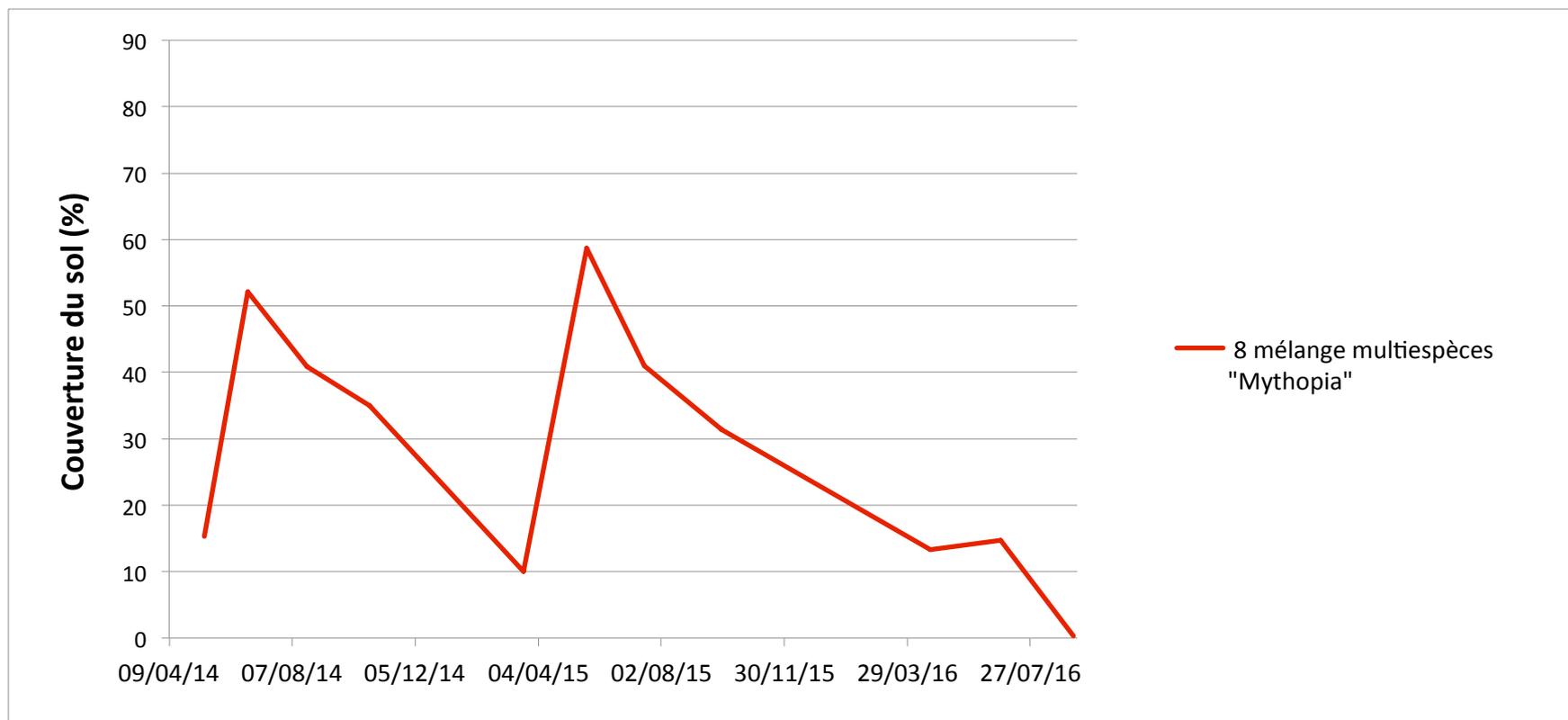
- Orge : occupation du sol rapide et fugace
- Luzerne : chute du taux de recouvrement : compétition avec adventices / absence de fauchage d'entretien en 2016

Quelles espèces ou mélange d'espèces se développent ?

pêcher

taux de recouvrement

Evolution de la couverture au sol – Mélange



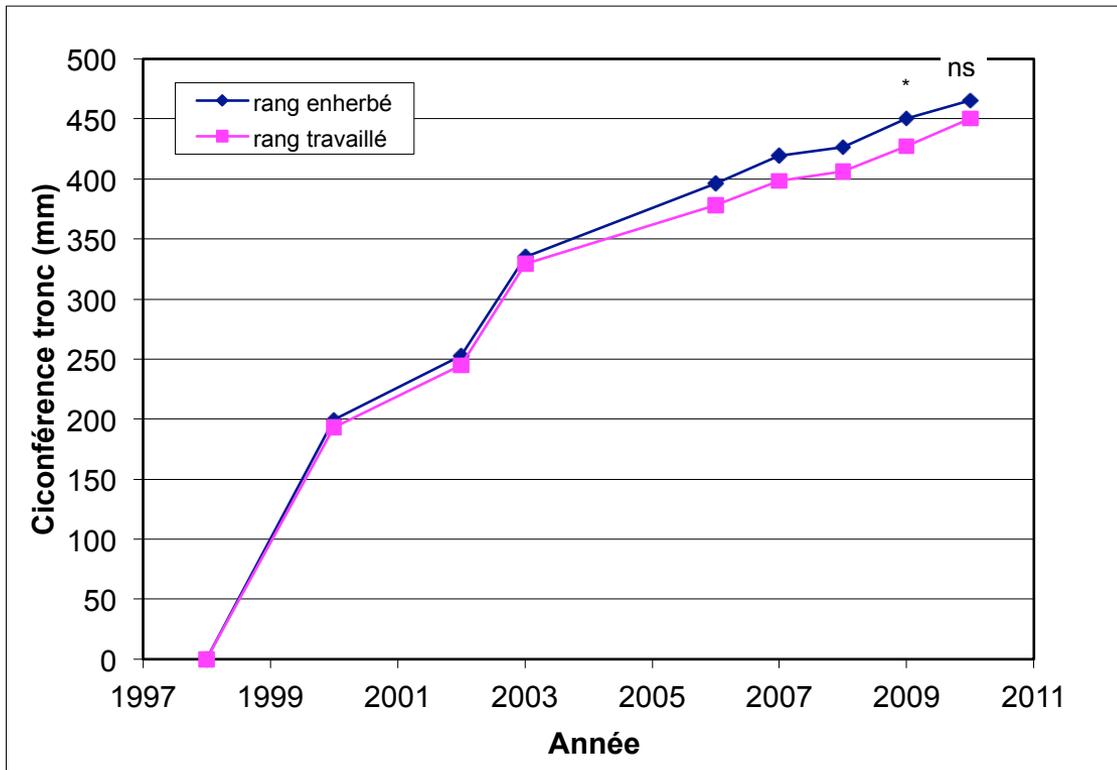
- Sept 2015 : Lotier = 50% ; Luzerne naine = 32%
- Chute du taux de recouvrement : compétition avec adventices / absence de fauchage d'entretien en 2016

L'enherbement a-t-il un effet sur la culture ?

pêcher

diamètre des troncs

Evolution du diamètre des troncs durant 9 ans



Bussi 2012

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher

diamètre des troncs

Evolution du diamètre des troncs de jeunes pêchers
Ecart à la moyenne annuelle

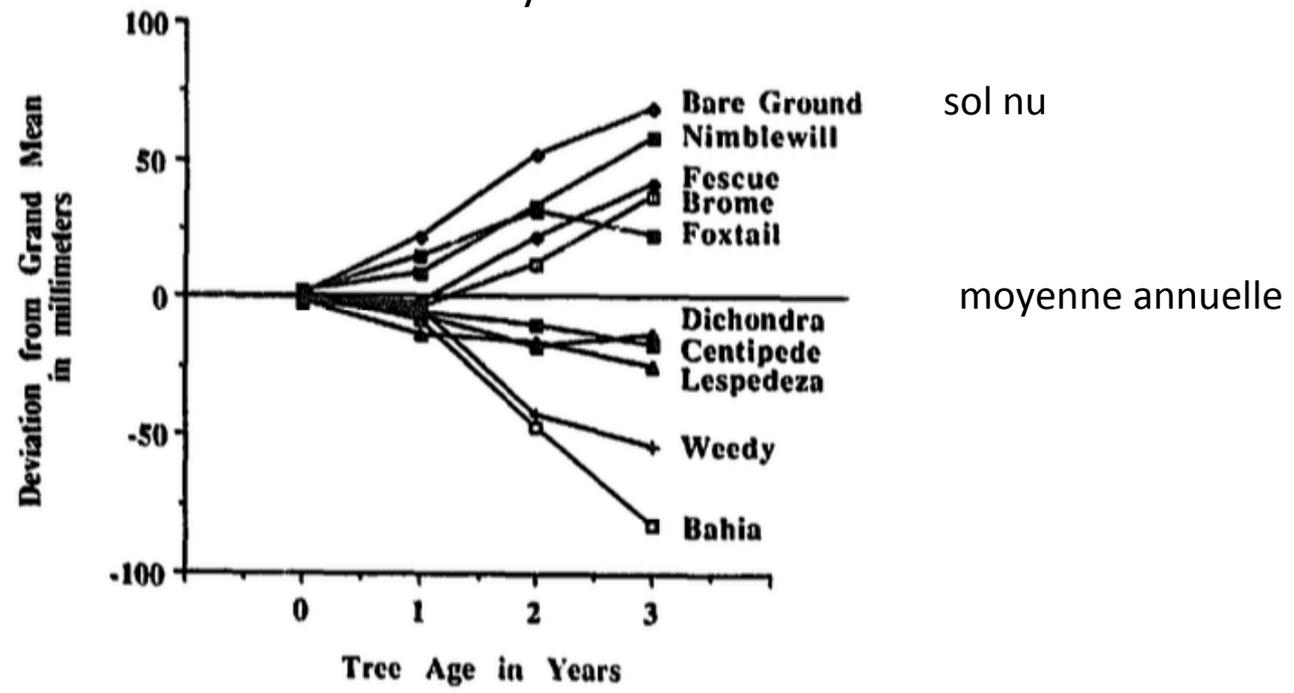


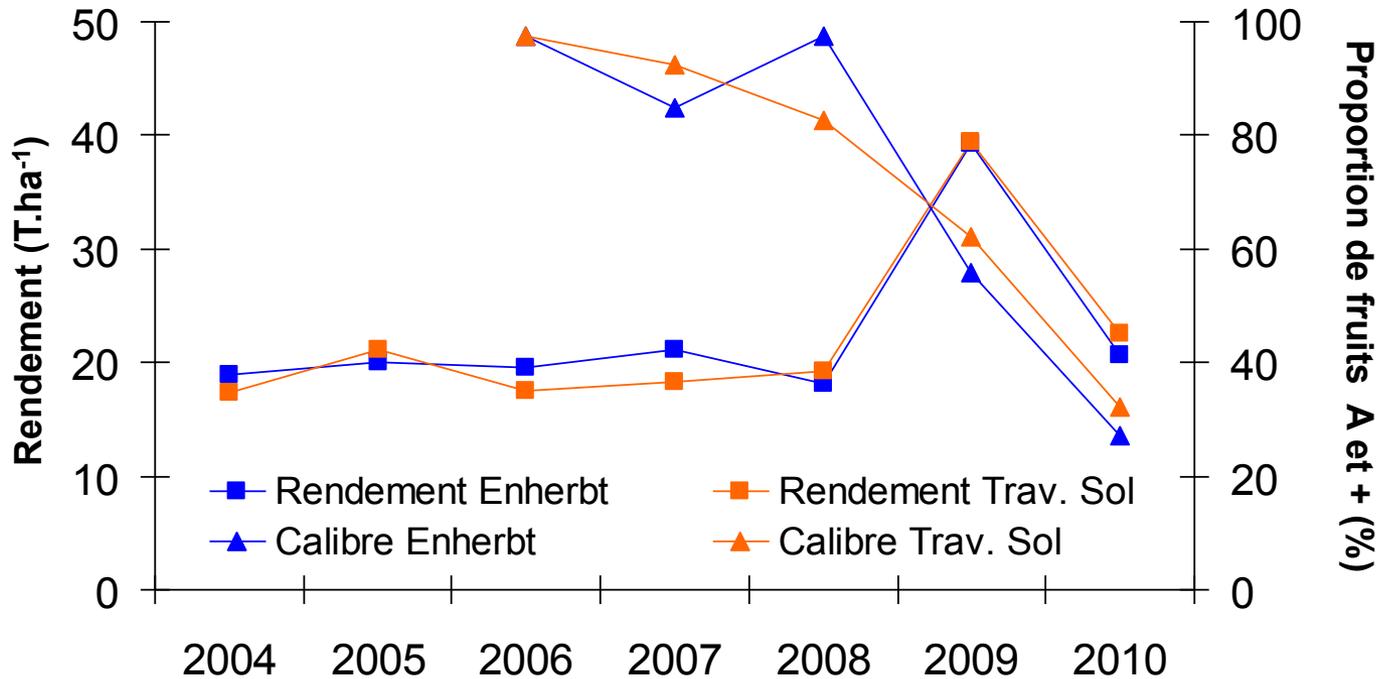
Fig. 3. Growth in trunk circumference of peach trees interplanted with different ground covers (North Carolina 1988–1990). The ordinate (y-axis) represents the mathematical difference (in millimeters) between the mean trunk circumference of all surviving trees (grand mean) and the mean trunk circumference of trees in each of ten ground cover treatments. All points lying above the horizontal line (zero value) represent better-than-average tree growth.

Meyer 1992

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher

Rendement,
calibre



Parveaud et al 2010

- Pas de différence de rendement entre les deux modalités
- Sucre et fermeté : différences significatives certaines années (2010), mais opposées → autres facteurs explicatifs (charge fruitière, ...)

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

vigne

Rendement

VARIANTES	POIDS DES BOIS DE TAILLE (G/CEP)	FERTILITÉ DES BOURGEONS (NBRE DE GRAPPES PAR BOIS)	POIDS DES BAIES (G)	POIDS DES GRAPPES (G)	RENDEMENT (KG/M2)
Mélange Lenta®	356	2.04	2.8	286	0.777
<i>Bromus tectorum</i>	506	2.11	3.3	357	0.983
<i>Hordeum murinum</i>	419	2.15	3.2	356	0.976
<i>Trifolium subterraneum</i>	409	2.04	3.1	336	0.925
<i>Trifolium repens</i>	436	1.98	3.0	348	0.938
ppds (p=0,05)	51	n.s.	0.3	58	0.188

Tableau 1. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Poids des bois de taille et composantes du rendement. Changins, moyennes 2002-2004.

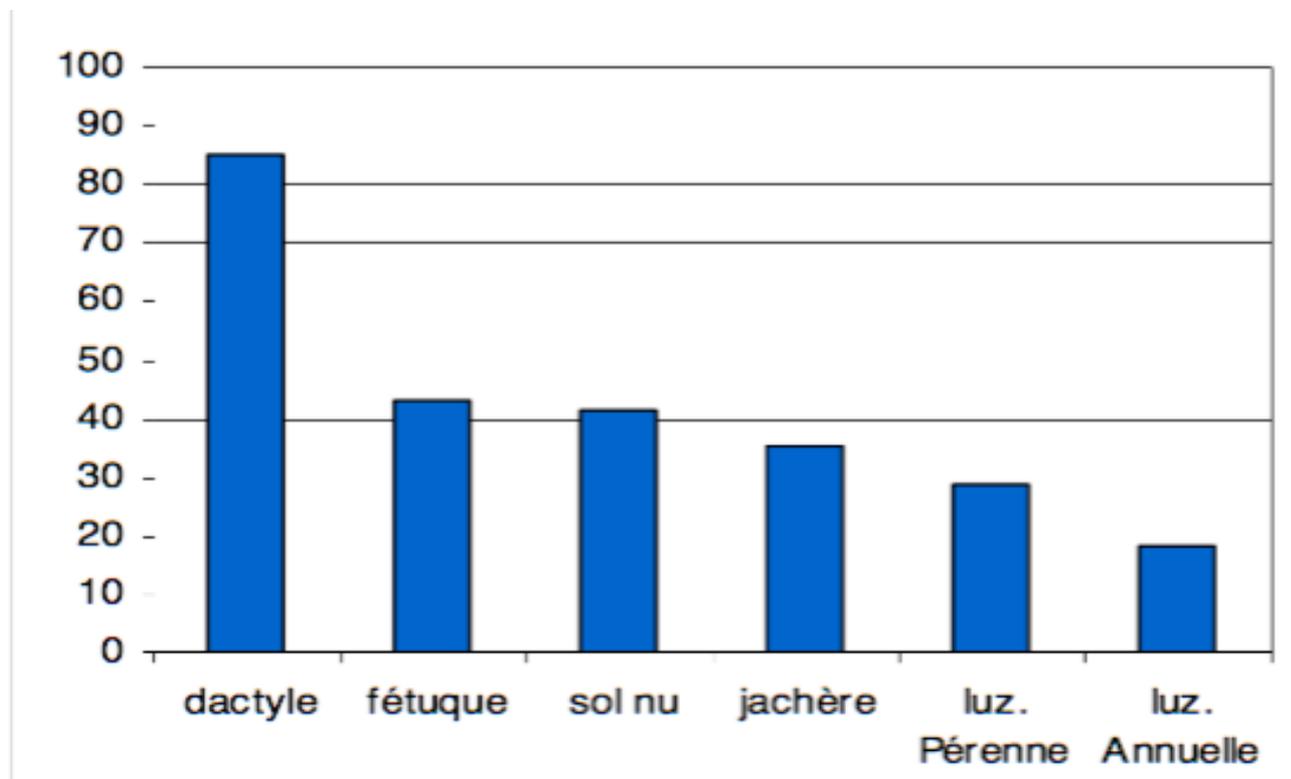
Delabays et Spring 2014

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pommier

alternance

Coefficient d'alternance de production entre 2005-2006

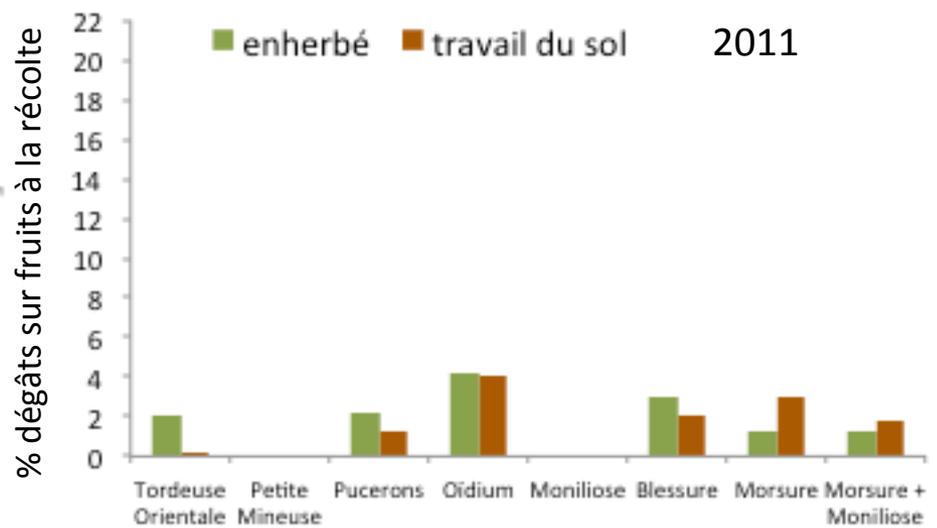
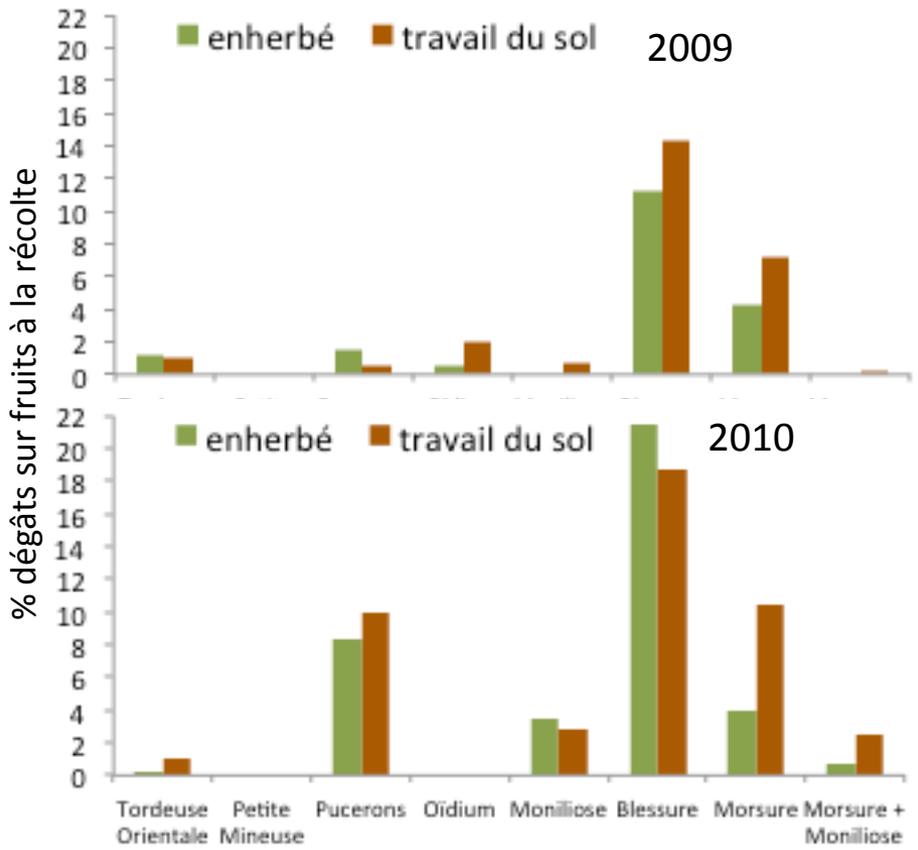


Romet et al. 2007

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher
État sanitaire

Dégâts sur fruits à la récolte



Parveaud 2012

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher

État sanitaire

TABLEAU I

Pourcentage de fruits moniliés à la récolte et en conservation (récolte + 5 J) de 2004 à 2007, dans les 2 modalités

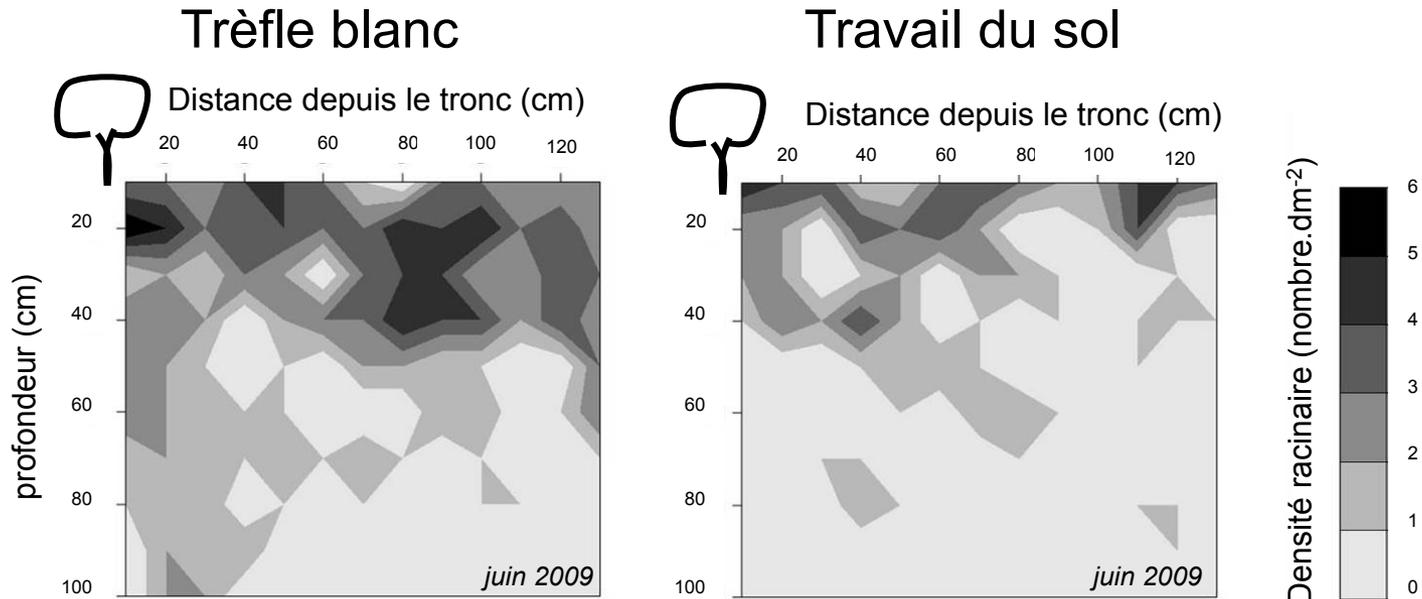
Année	Modalité	% fruits moniliés à la récolte	% fruits moniliés à 5 J de la récolte
2004	Enherbement total	0,57	3,8
	Travail du sol sur le rang	0,73	21,7
2005	Enherbement total	1,16	17,9
	Travail du sol sur le rang	0,82	20,8
2006	Enherbement total	1,16	12,9
	Travail du sol sur le rang	1,62	16,3
2007	Enherbement total	1,58	23,1
	Travail du sol sur le rang	2,56	40,0

Source : GRAB/Inra

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher
Distribution racinaire

Distribution des racines fines (<10 mm) du pêcher

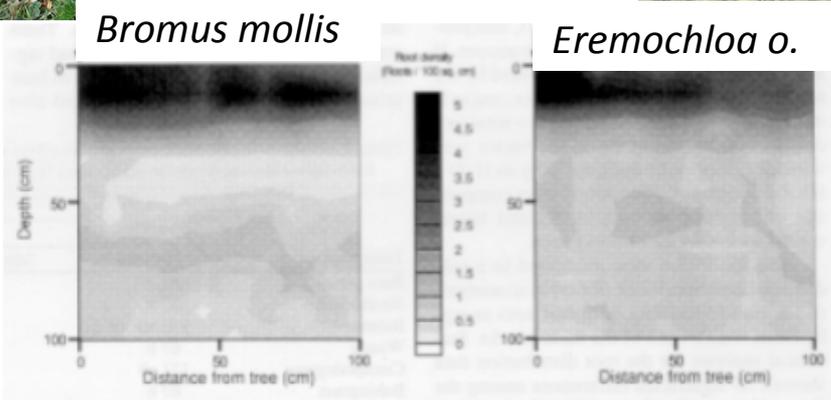
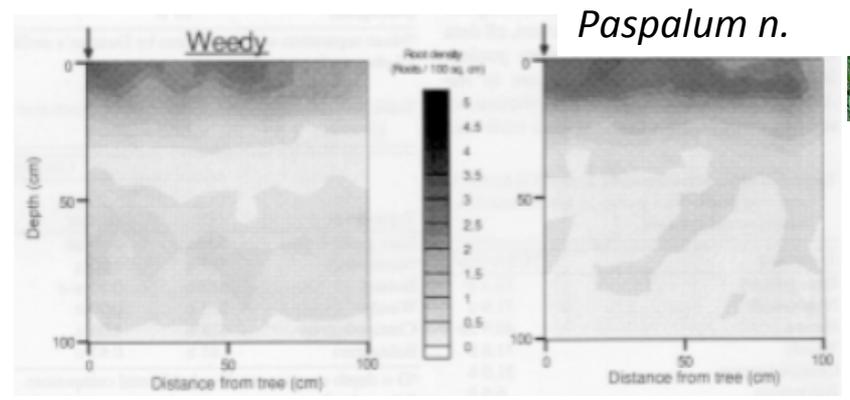
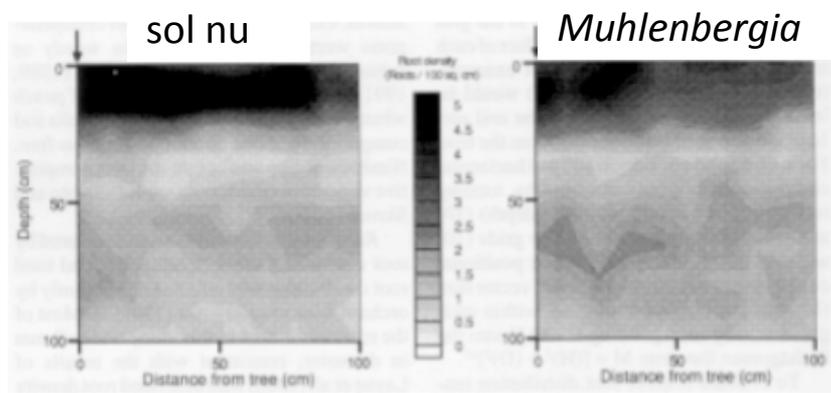


Parveaud et al 2011

L'enherbement a t-il un effet sur la culture ?

pêcher

Distribution racinaire



Observation après 5 ans d'enherbement
 Densité racinaire :
 sol nu = *Muhlenbergia* > autres modalités



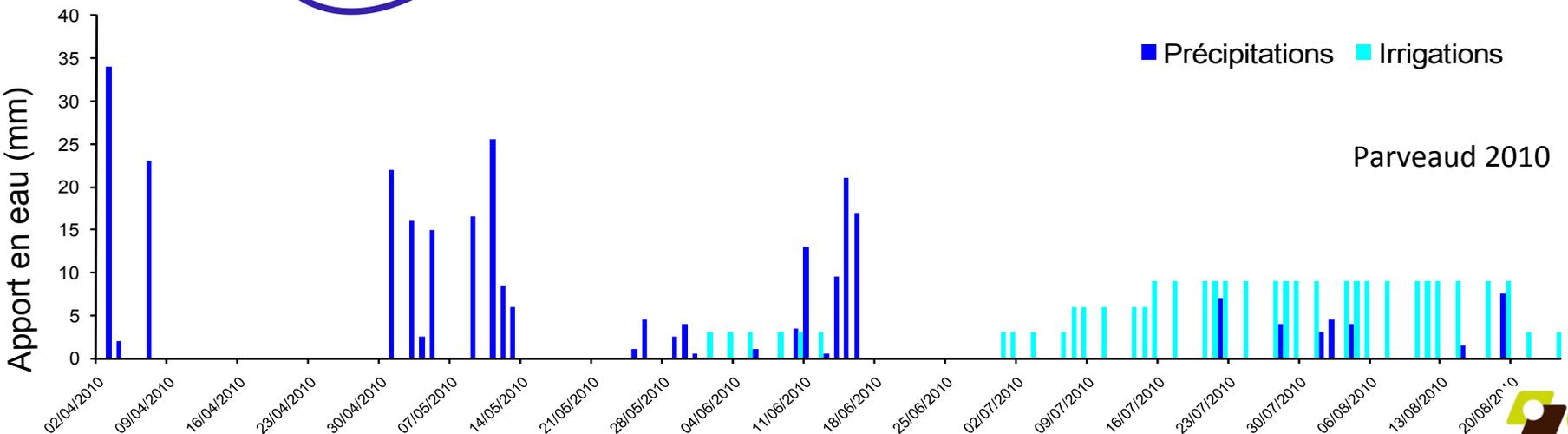
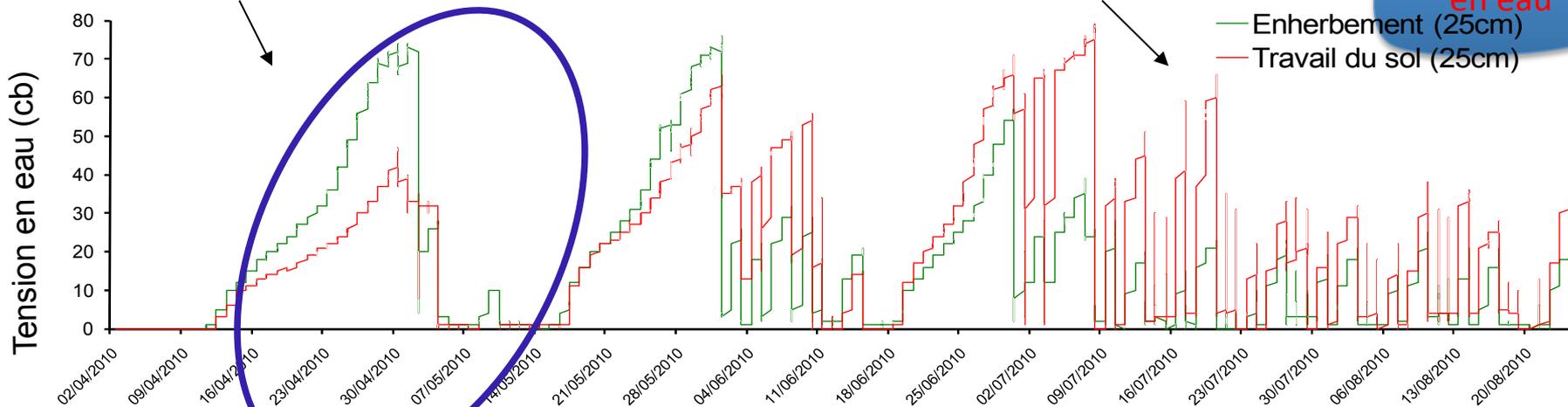
L'enherbement a t-il un effet sur le sol?

pêcher

Dessèchement lié à la croissance du Trèfle blanc

Travail du sol : forte amplitude de variation de la disponibilité en eau

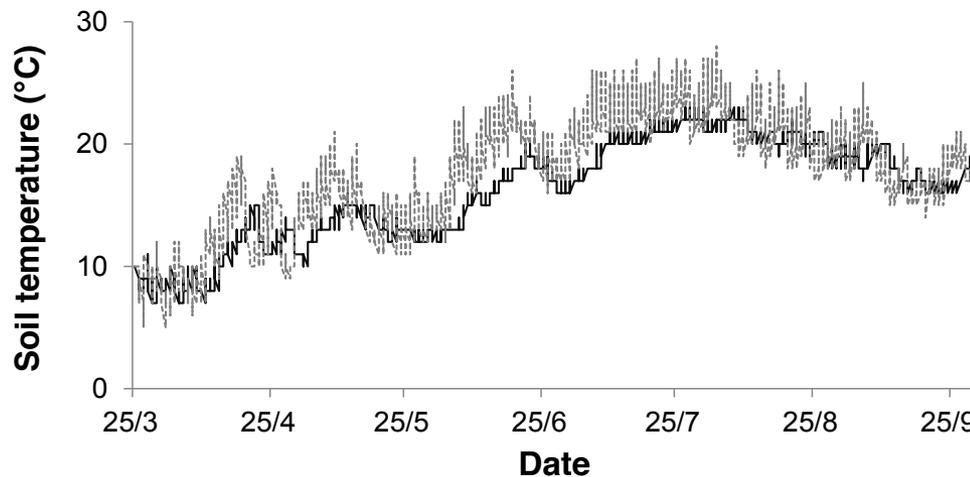
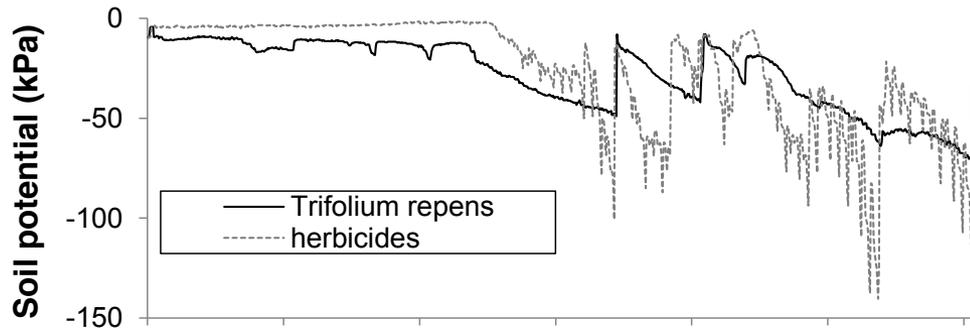
Disponibilité en eau



L'enherbement a t-il un effet sur le sol?

pêcher

Disponibilité
en eau et
température

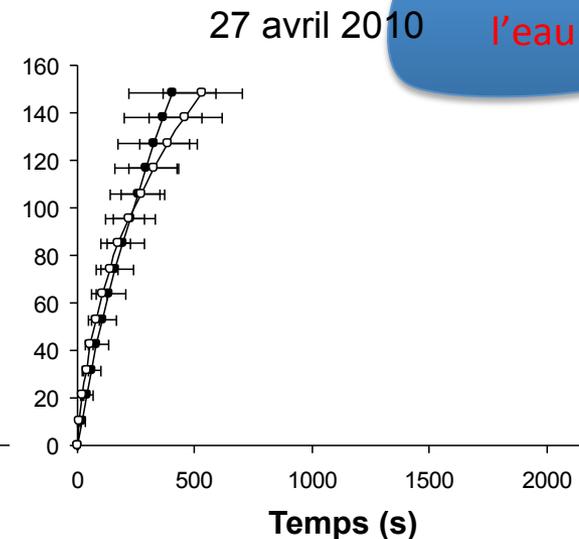
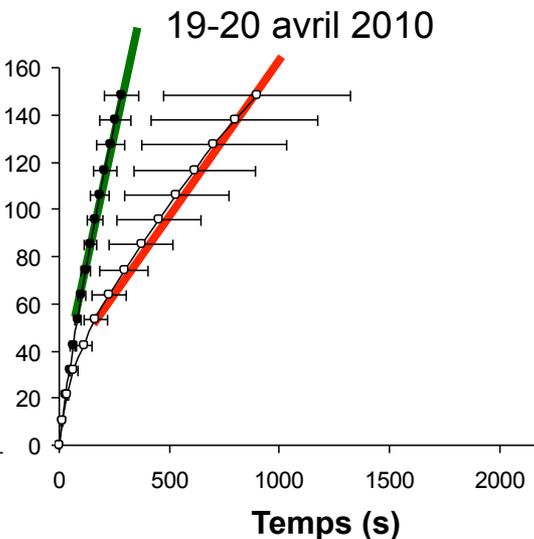
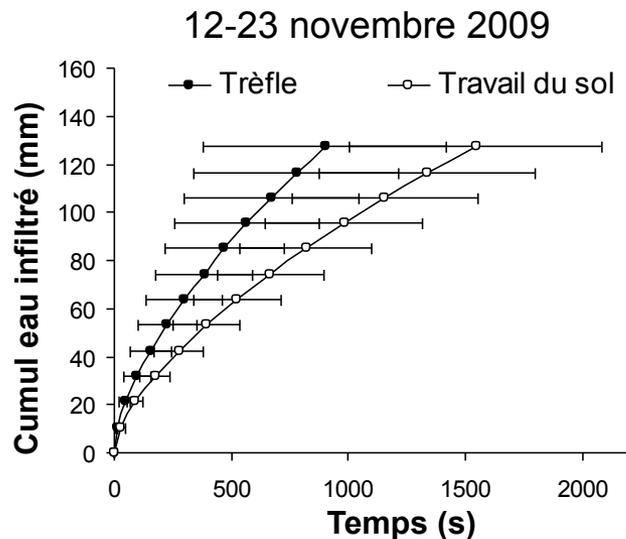


Bussi (non publié)

L'enherbement a t-il un effet sur le sol?

pêcher

Infiltration de l'eau



Vitesse moyenne d'infiltration (mm.s⁻¹)

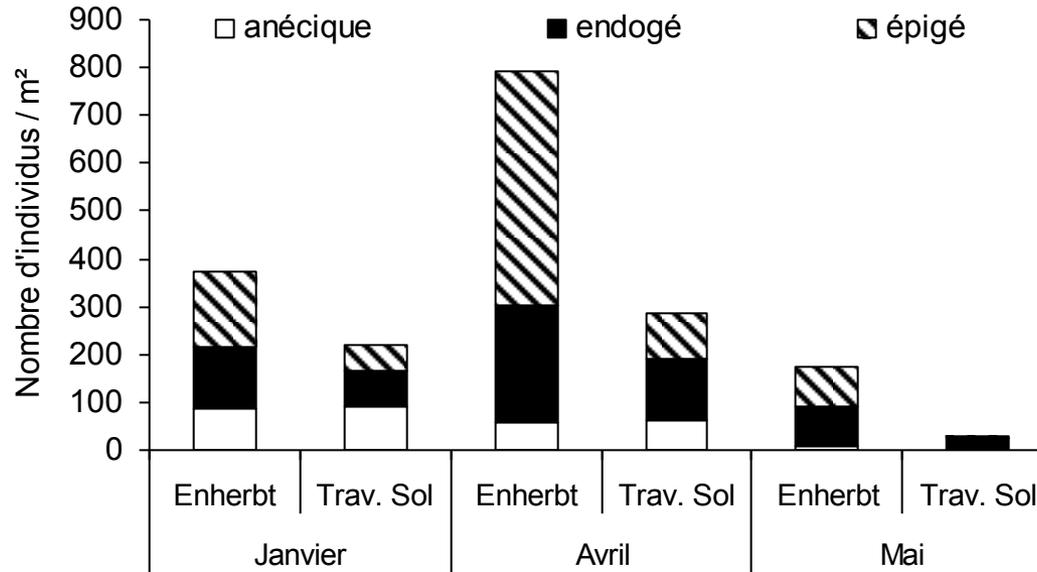
	Enherbement	Travail	<i>p</i> -value ¹
12 novembre 2009	0.15±0.08	0.08±0.04	0.06
19 avril 2010	0.52±0.14	0.16±0.07	2.10 ⁻³
28 avril 2010	0.39±0.15	0.24±0.07	0.09



L'enherbement a t-il un effet sur le sol?

pêcher

Vers de terre

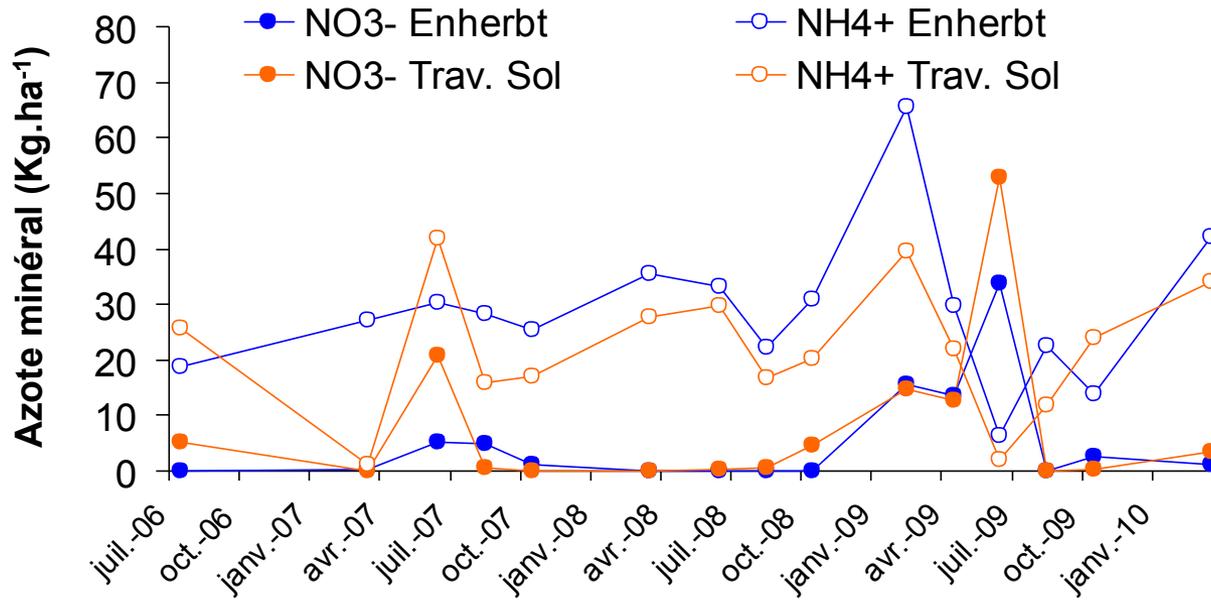


- Effet significatif et important du facteur date d'échantillonnage
- Effet modalité ($p=0.038$) qui est dû a une plus forte densité d'endogées ($p=0.019$) et surtout d'épigés ($p<0.01$) dans la modalité enherbée.
- Densité la plus élevée observée le 13 avril quand la température et l'humidité sont les plus importantes
- Faible densité en mai due aux conditions sèches du sol

L'enherbement a t-il un effet sur la sol?

pêcher

Reliquat
d'azote



- La forme ammoniacale est prépondérante dans les deux modalités
 - La diminution des apports organiques sur la modalité Enherbement d'un facteur deux ne se traduit pas par une diminution de l'azote disponible entre 2006 et 2010
- le trèfle apporte de l'azote : relargage lors de sa croissance et/ou lors de son enfouissement

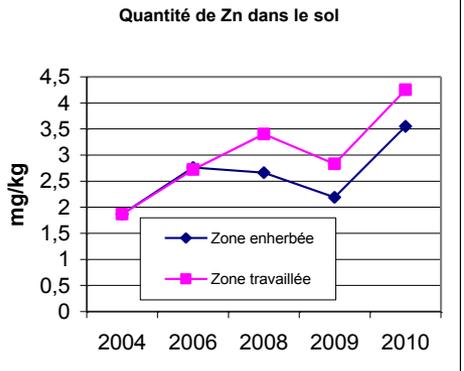
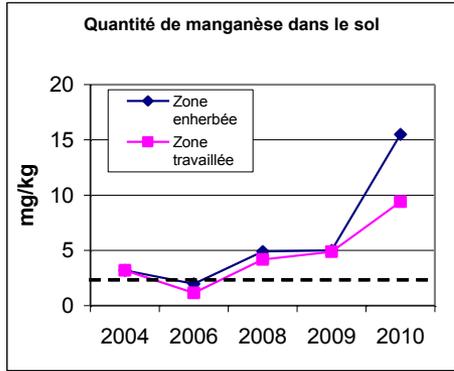
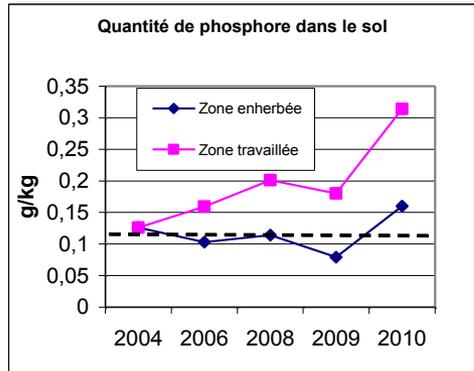
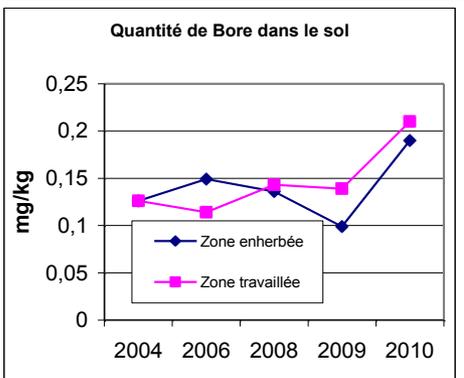
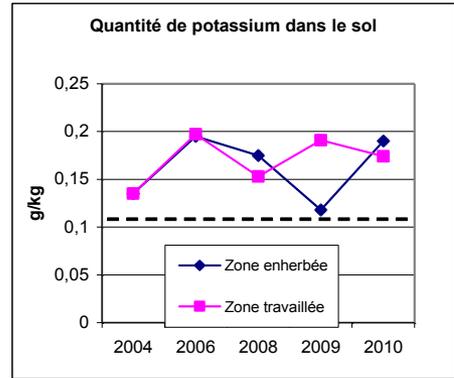
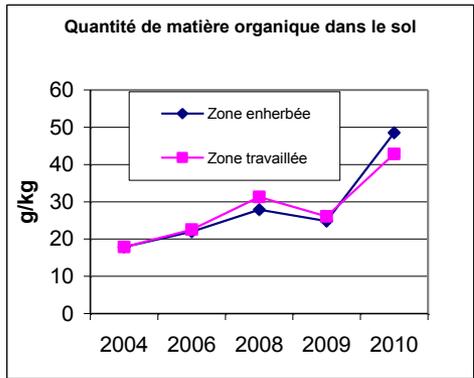
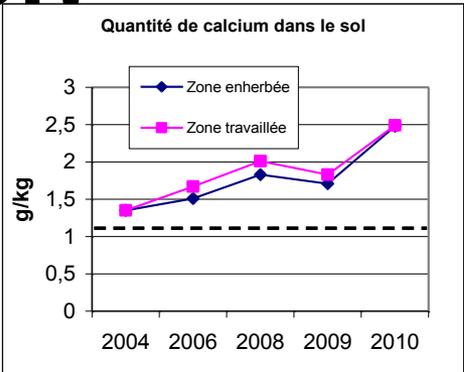
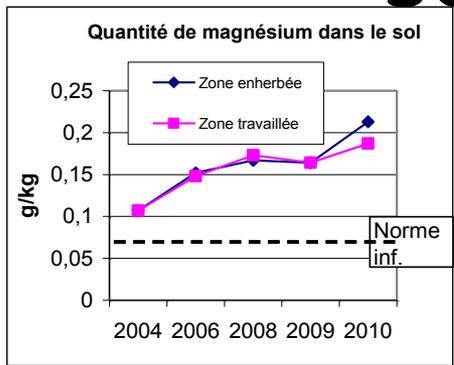
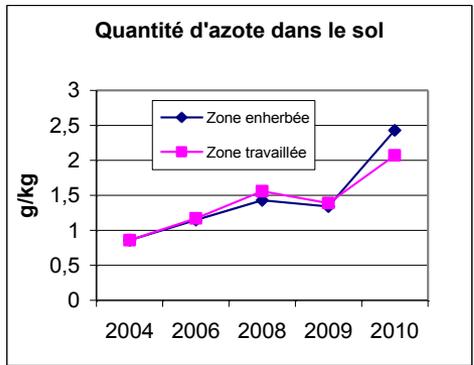


Photographie : CE Parveaud

L'enherbement a t-il un effet sur la sol?

pêcher

Composition chimique sol



L'enherbement a t-il un effet sur la régulation biologique?

pommier

régulation biologique

TABLE 3. Means ^a for leaf N, terminal growth, aphids and predators on apple trees with four different ground covers

Year	Ground cover	Leaf N (%)	Terminal growth (m)	Total aphids per plot	Total predators per plot
1987	Herbicide strip	2.36a	0.872a	26410a	1001a
	Rye-herbicide	2.40a	0.871a	25801a	936a
	Plastic mulch	2.05b	0.843a	21615a	616a
	Clover-grass	1.78c	0.521b	6005b	189b
1988	Herbicide strip	2.45a	0.737a	11530a	287a
	Rye-herbicide	2.42a	0.686ab	15138a	260a
	Plastic mulch	2.35a	0.731a	32621a	618a
	Clover-grass	2.26a	0.563b	12458a	196a

^aMeans within a column followed by the same letter are not significantly different (FPLSD, for 1987, $p < 0.02$; for 1988, $p < 0.05$)

Rye : Seigle ; Clover : Trèfle

Halley et Hogue 1989

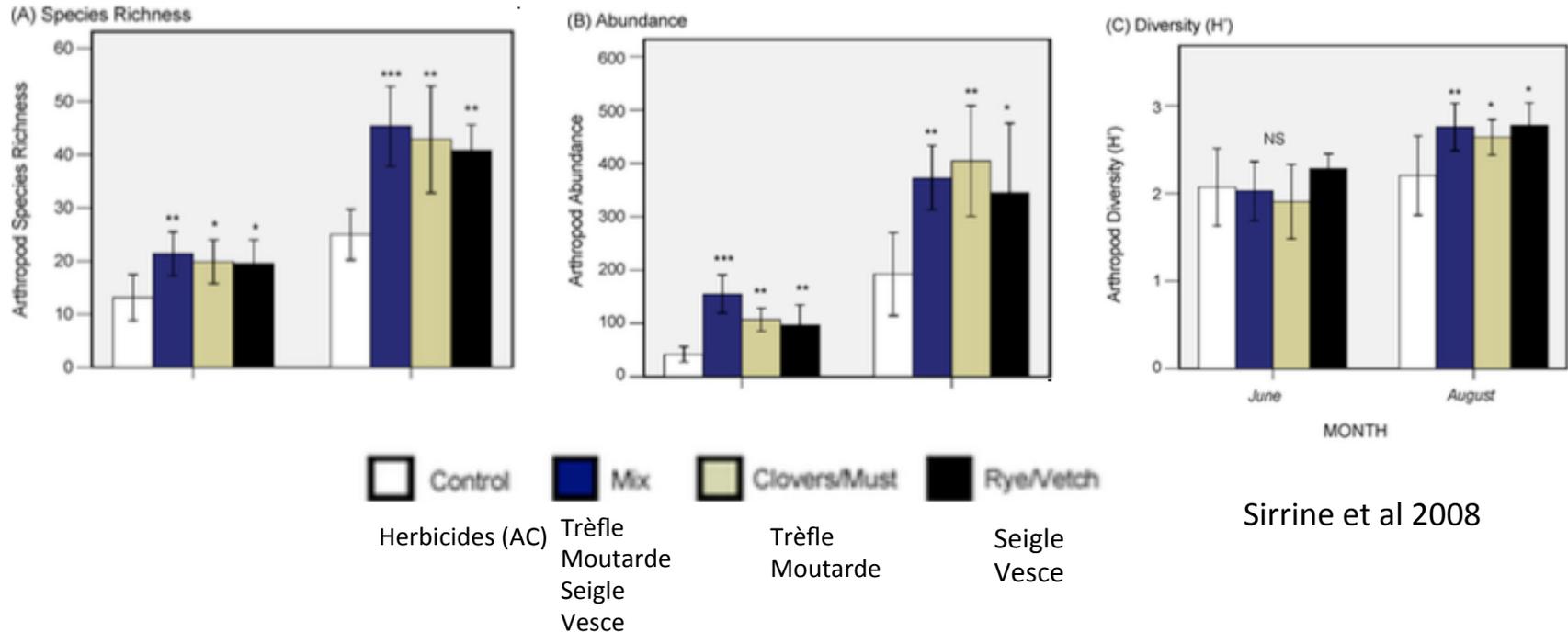
Effet significatif en 1987, non significatif en 1988 → effet indirect via état physiologique

L'enherbement a t-il un effet sur la sol?

cerise

arthropodes

Richesse, abondance et diversité d'arthropodes selon l'enherbement en verger de cerisier



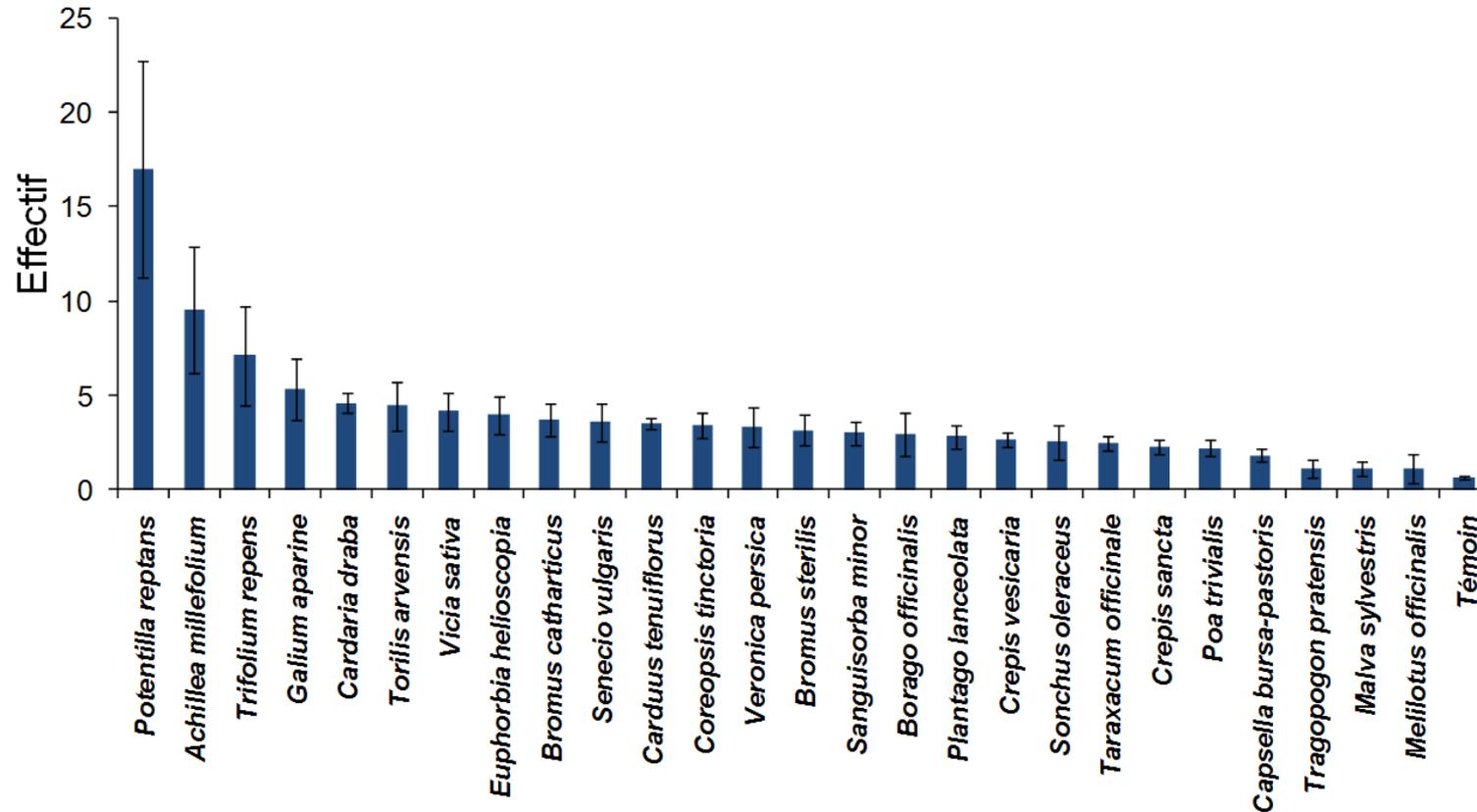
Sirrine et al 2008

Augmentation significative par rapport au témoin (désherbage chimique)

L'enherbement a t-il un effet sur la biodiversité fonctionnelle?

Densité d'hyménoptères parasitoïdes observé sur plusieurs espèces végétales

parasitoïdes



Conclusion

- ✓ Des réponses contrastées
 - espèces, technique d'implantation, date, conditions pédoclimatiques, pression adventices, etc..
- ✓ Extrapolation délicate des expérimentations
 - nombreux facteurs
- ✓ Appréhender globalement avant une mise en place en verger commercial :
 - intérêt agronomique
 - intérêt économique / prise de risque campagnol
 - intérêt environnemental
- ✓ Faisabilité
 - manque de référence pour sur les techniques d'implantation et d'entretien → projet Placohb



Exemples de ressources existantes

Fiches techniques des stations d'expérimentations

Base de données

Projet OSCAR <http://web3.wzw.tum.de/oscar/toolbox/database/database.html>



Outils d'évaluation du sol

Projet Sol AB <http://www.itab.asso.fr/programmes/solab.php>



Bandes fleuries

Projet Muscari <http://itab-asso.net/muscari>



Techniques d'implantation et d'entretien

Projet PLACOH, à venir !

Merci de votre attention !

