

Enherbement sous le rang
Projet « Zéro Herbicide » Languedoc-Roussillon - 2013

RÉSUMÉ : Dans une logique « zéro herbicide », les organismes techniques de la région méditerranéenne testent des enherbements sous le rang. Les premiers résultats montrent que, si la concurrence de l'herbe est à prendre en compte, cette technique peut être une solution dans les parcelles difficiles à désherber mécaniquement. Les essais doivent se poursuivre pour mieux appréhender la technique et ses conséquences sur la conduite de la parcelle.

MOTS CLÉS : enherbement sous le rang, espèce.

1- IDENTIFICATION DE L'ACTION

Responsable	Pôle	Localisation	Début	État	Financement	Convention
Xavier DELPUECH	IFV Pôle Rhône- Méditerranée	AOP Costières de Nîmes (Gard, France)	2010	Poursuivie	CPER LR	AE41 669-671

2- DESCRIPTION DE L'ACTION

2.1- Motivation et objectifs

Le récent Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs ambitieux de réduction de l'utilisation des pesticides en agriculture. Les herbicides sont particulièrement concernés car ce sont les molécules que l'on retrouve le plus souvent dans les analyses effectuées sur les captages destinés à l'eau potable. Les herbicides sont en effet appliqués en direction du sol et donc plus exposés au transfert dans l'eau par ruissellement ou drainage. Normes réglementaires et pression environnementale font que la liste des herbicides proposés aux viticulteurs est de plus en plus restreinte. Cette limitation dans le choix des molécules entraîne invariablement une accumulation plus importante de celles-ci dans le sol et dans les eaux car elles sont moins rapidement dégradées, et sur un plan technique l'apparition de difficultés dans la maîtrise de la flore adventice (résistances au ray-grass par exemple).

La viticulture est particulièrement concernée par ces enjeux : bien que ne représentant que 3% de la SAU, la culture de la vigne consomme 20 % des produits phytosanitaires (80 % de fongicides, 20 % d'herbicides) (expertise phytosanitaire INRA-CEMAGREF).

Pour réduire les quantités d'herbicides, les pratiques alternatives d'entretien des sols sont à privilégier. Aujourd'hui, ces alternatives sont techniquement bien maîtrisées dans l'inter-rang. Sur le rang, le désherbage chimique demeure le cas le plus général. Le désherbage mécanique du rang est une opération rendue complexe par la présence des souches (blessures des ceps à éviter) et par les déplacements de terre qu'elle entraîne : c'est une alternative couteuse en temps et en énergie.

L'enherbement sous le rang pourrait ainsi être une alternative intéressante dans un certain nombre de situations pédoclimatiques (passage plus facile, meilleur respect de l'intégrité des souches), en combinaison ou non avec un désherbage mécanique de l'inter-rang.

Les expérimentations menées s'inscrivent dans le cadre plus général du projet « zéro herbicide » coordonné par l'IFV en Languedoc-Roussillon.

Ces expérimentations ont pour objectif :

- d'étudier l'impact d'un enherbement sous le rang, comparé à un enherbement dans l'inter-rang et à un témoin désherbé. Il s'agit de comprendre et d'analyser la concurrence induite par un enherbement sous le rang de vigne.
- d'étudier le comportement et l'impact sur la vigne de différentes espèces d'enherbement. Ces espèces ont été choisies en particulier pour leur comportement peu poussant, de façon à limiter au minimum le nombre de tontes nécessaires.

2.2- Protocole expérimental

Les expérimentations suivies par l'IFV sont les suivantes

Expérimentation	1. Concurrence	2. Espèces	3. AB
Objectif	Analyse dynamiques hydriques et azotées en comparaison avec un témoin	Banc d'essai espèces	Mise en œuvre en parcelle AB
Exploitation	Domaine Saint-Bénézet	Domaine Saint-Bénézet	Domaine Pastouret
Région, département	Languedoc-Roussillon, Gard	Languedoc-Roussillon, Gard	Languedoc-Roussillon, Gard
Cépage - clone	Syrah – clone 877	Syrah – clone 877	Clairette
Porte-greffe	SO4	SO4	
Écartement	2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	1,15 x 2,25
Année plantation	Mars 2005	Mars 2005	
Type de taille	Cordon de Royat	Cordon de Royat	Cordon de Royat
Latitude	4°26'18'' E	4°26'18'' E	43.769381° E
Longitude	43°44'28''N	43°44'28''N	4.515342° N
Modalités	Fétuque rouge gazonnante sous le rang Témoin sol nu	Trèfle fraise Plantain corne-de-cerf Fétuque rouge gazonnante Enherbement naturel	Témoin en travail du sol intégral Enherbement sous le rang de vigne : - Fétuque rouge gazonnante - Mélange Plantain corne de cerf + trèfle fraise ¹ - Mélange Fétuque rouge gazonnante + trèfle fraise
Mise en place	Automne 2010	Automne 2010	Automne 2012

❑ Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel R. Dans un premier temps, une analyse de variance (Anova) est réalisée avec les facteurs « modalité » et « bloc », suivi par un test de comparaison multiple de moyennes HSD de Tukey. Si les conditions de l'analyse de variance ne sont pas respectées, le test non paramétrique de comparaison multiple de moyennes de Kruskal-Wallis est réalisé.

Si l'analyse est significative, le résultat de l'analyse de variance est donné sous la forme F(ddl comparaison, ddl erreur), suivi de la p-value associée. Les seuils statistiques utilisés sont codés de la manière suivante :

p-value	Code
<0.001	***
>=0.001 et <0.01	**
>=0.01 et <0.05	*
>=0.05 et <0.1	.
>0.1	

❑ Mesures et observations

Les observations réalisées sont les suivantes :

- Notation de flore mensuelle : taux de couverture total du sol, répartition entre l'espèce semée-le sol nu - et le cas échéant les adventices
- Estimation du rendement : poids des grappes
- Estimation de l'expression végétative : poids des bois de taille, nombre de sarment par cep
- Suivi du statut azoté : mesures N-Tester. L'intensité de coloration du feuillage permet une estimation de l'état de nutrition azotée de la vigne. L'appareil utilisé est le N tester (Norsk Hydro Agris). Cet indice chlorophyllien foliaire est fortement corrélé au statut de nutrition azotée de la plante.

¹ Cette modalité a été mise en place en micro-placette, avec un suivi allégé. Les seules observations réalisées concernent les taux de recouvrement.

3- ENHERBEMENT SOUS LE RANG ET CONCURRENCE HYDRIQUE ET AZOTÉE : RÉSULTATS 2013

3.1- Protocole expérimental

En comparaison avec la modalité TEM, une modalité avec un enherbement semé sous le rang de vigne (ENH_RG) a été mise en place, l'inter-rang restant désherbé chimiquement, avec pour objectif de tester l'effet concurrentiel de ce type d'enherbement (cf. Figure 1 et Tableau 1).

L'enherbement a été semé à l'automne 2010, avec de la fétuque rouge gazonnante (*Festuca rubra commutata* cv. *Bargreen* ; cf. Figure 1), après une première saison en enherbement naturel suite à l'arrêt du désherbage chimique sous le rang. Il a été choisi de semer un enherbement pour mieux contrôler les adventices et limiter le nombre de tontes nécessaires. Une espèce réputée peu concurrentielle a été choisie.



Figure 1. Photographies de la modalité ENH_RG, 17 juin 2011 à gauche, 10 octobre 2012 à droite.

Tableau 1. Caractérisation des modalités étudiées

Modalité	Description	Type d'enherbement	Surface enherbée
TEM	Désherbage chimique intégral	aucun	0%
ENH_RG	Enherbement sous le rang	Enherbement permanent semé à base de fétuque rouge gazonnante	42%

3.2- Bilan climatique de la saison

La saison 2013 est caractérisée par un printemps humide et frais, suivi d'été relativement sec (Figure 2).

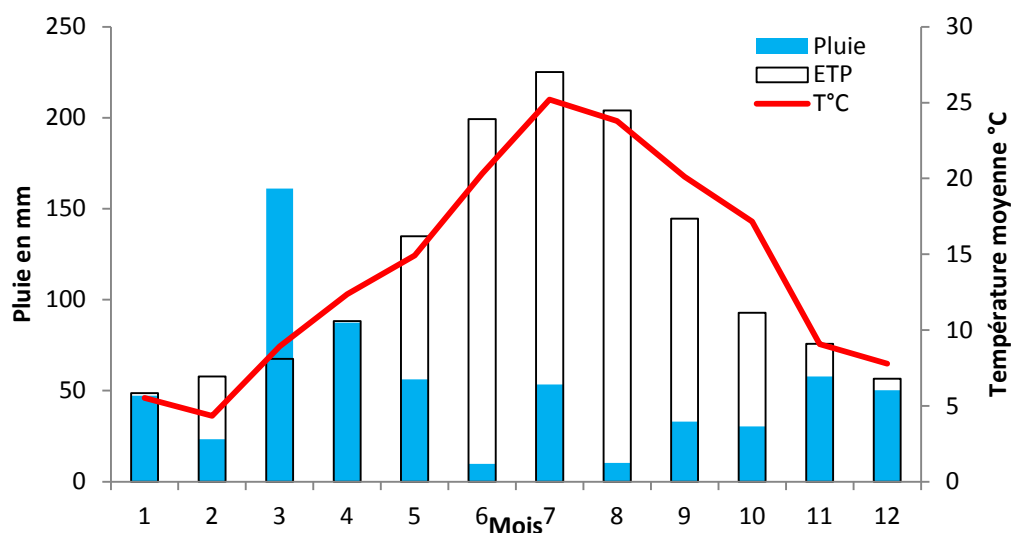


Figure 2. Bilan climatique 2013 (données Météo France)

3.3- Dynamique de recouvrement

Le suivi est réalisé par estimation visuelle du taux de recouvrement de l'espèce semée, par les adventices, par les résidus végétaux secs (sans distinction entre espèce semée et adventices) et par le sol nu. La fréquence de notation est à peu près mensuelle. La fétuque rouge s'est installée assez lentement, avec une progression lente jusqu'à la mi-mai 2011 suivi d'un développement rapide puis d'une stabilisation autour des 60% de taux de recouvrement (Figure 3). Ce pourcentage a temporairement baissé suite au dessèchement partiel de l'enherbement à la fin de l'été 2012.

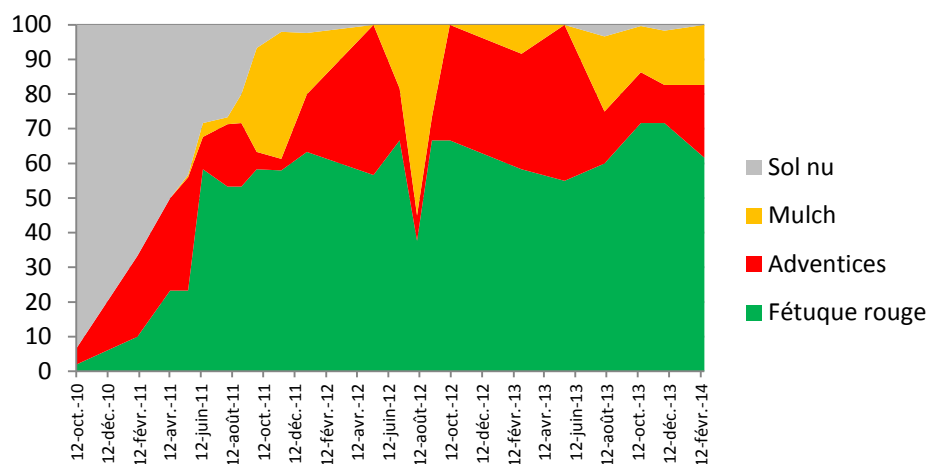


Figure 3. Dynamique des taux de recouvrements sous le rang de vigne

3.1- Statut hydrique

□ Suivi de l'humidité du sol

L'assèchement du sol de la modalité ENH_RG sous le rang de vigne est plus rapide au printemps (Figure 4), mais par la suite ne se différencie quasiment pas de la modalité TEM.

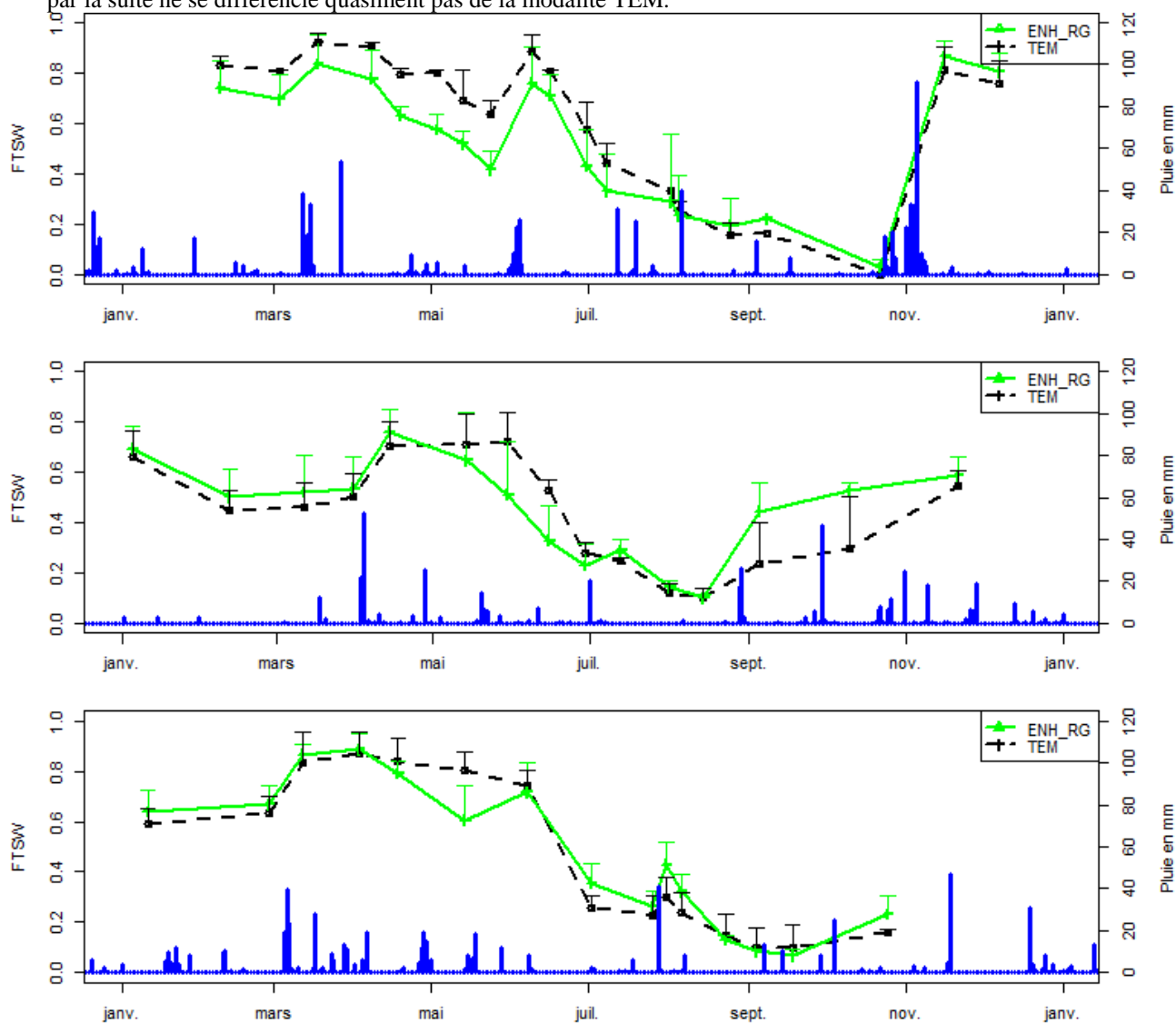


Figure 4. Évolution des teneurs en eau du sol (FTSW) au cours des millésimes 2011, 2012 et 2013 (de haut en bas respectivement).

□ Mesure des Ψ_b

Les potentiels foliaires de base (Ψ_b) sont mesurés à la chambre à pression, en fin de nuit, pour évaluer la contrainte hydrique subie par la vigne.

La concurrence hydrique n'entraîne pas de stress hydrique plus marqué en fin de saison : à partir de la mi-juin les disponibilités en eau sont proches dans les deux modalités. De fait les mesures de Ψ_b n'ont pas montré de différences entre les modalités. On peut même remarquer que l'enherbement a permis une meilleure infiltration dans le sol des pluies de fin juillet.

Tableau 2. **Mesure de Ψ_b (MPa) au cours du millésime 2013**

Modalité	02/07/2013	06/08/2013	23/08/2013
ENH_RG	-0,04a	-0,17 ns	-0,49 ns
TEM	-0,07b	-0,20 ns	-0,51 ns
Test	$\chi^2_{(1,12)}=11.3$ P=0.0008***	$F_{(2,18)}=3.2$ P=0.06.	$F_{(2,18)}=3.8$ P=0.05.

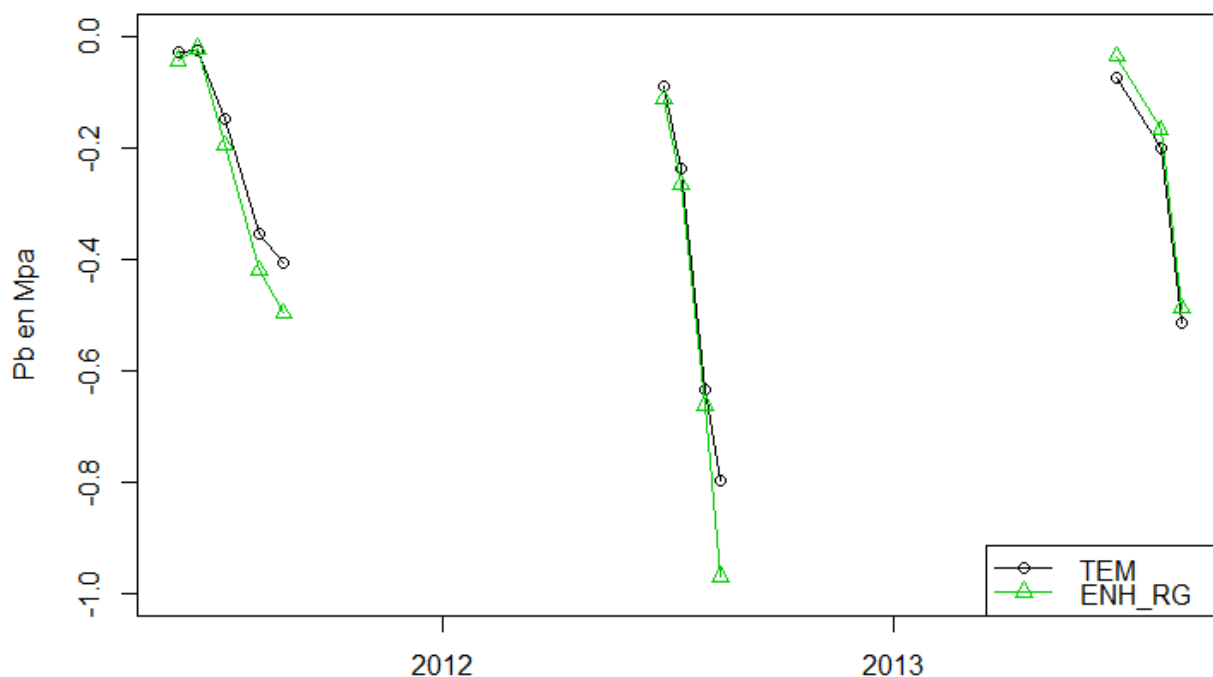


Figure 5. évolution comparée des Ψ_b au cours des millésimes 2011, 2012 et 2013

3.2- Statut azoté

Cette concurrence hydrique s'accompagne d'une concurrence azotée, qui se traduit sur la vigne par des teneurs en azote des feuilles plus faibles (indices N-Tester en moyenne inférieur de 7% à véraison, cf. figure 6).

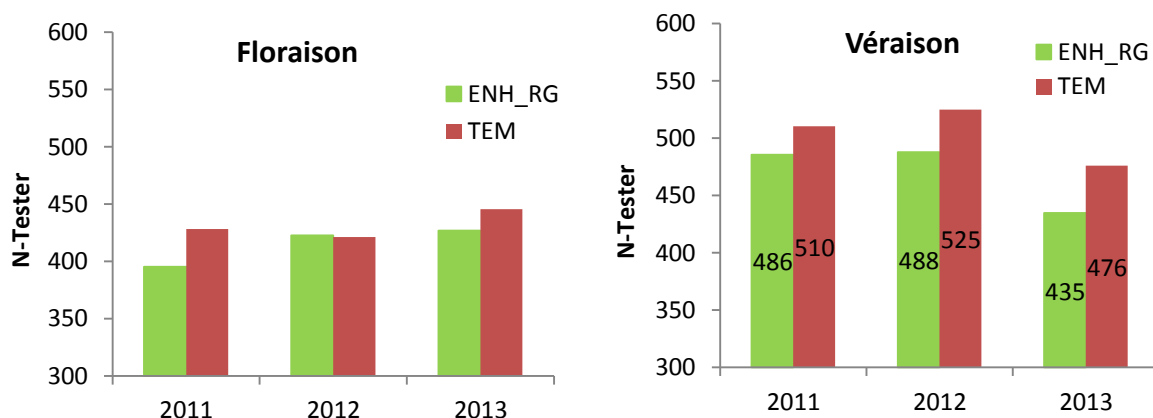


Figure 6. Mesures N-tester à floraison et véraison

3.3- Composantes du rendement

L'enherbement localisé sous le rang de vigne n'a pas entraîné de perte de récolte en 2013, confirmant les résultats des années précédentes.

Tableau 3. Composantes du rendement à la récolte 2013

Millésime	Modalité	Récolte kg/cep	Grappes / cep	Poids /grappe
2013	ENH_RG	2,73 ns	14,2	185, 6
2013	TEM	2,50 ns	12,8	194,9

Date	Modalité	Sucres g/L	AT g/L	pH	Nass mg/L
16/09/2013	ENH_RG	236,8	2,5	3,73	217
16/09/2013	TEM	236,1	2,78	3,66	217

3.4- Expression végétative

Les pesées de bois de taille ont eu lieu le 03 janvier 2013 (Tableau 4). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux modalités.

Tableau 4. Résultats des pesées de bois de taille

Millésime	Modalité	Poids g/cep	Rameaux par cep	Vigueur (g/rameau)
2013	ENH_RG	767,9	11,96	65,9
2013	TEM	646,6	11,59	54,5

3.5- Bilan pluriannuel

Malgré une légère concurrence hydrique et azotée, l'enherbement sous le rang n'a pas impacté significativement le rendement dans cet essai (Figure 7). L'impact a été plus marqué la première année après l'implantation de l'herbe, mais par la suite les rendements de la modalité enherbée sous le rang sont redevenus équivalents voire supérieurs au témoin. L'expression végétative est restée très stable, et aucun effet dépressif de l'enherbement n'a été observé. Enfin, en cohérence avec l'absence d'impact notable sur le comportement agronomique de la vigne, nous n'avons pas observé de différences des caractéristiques analytiques des moûts à la récolte.

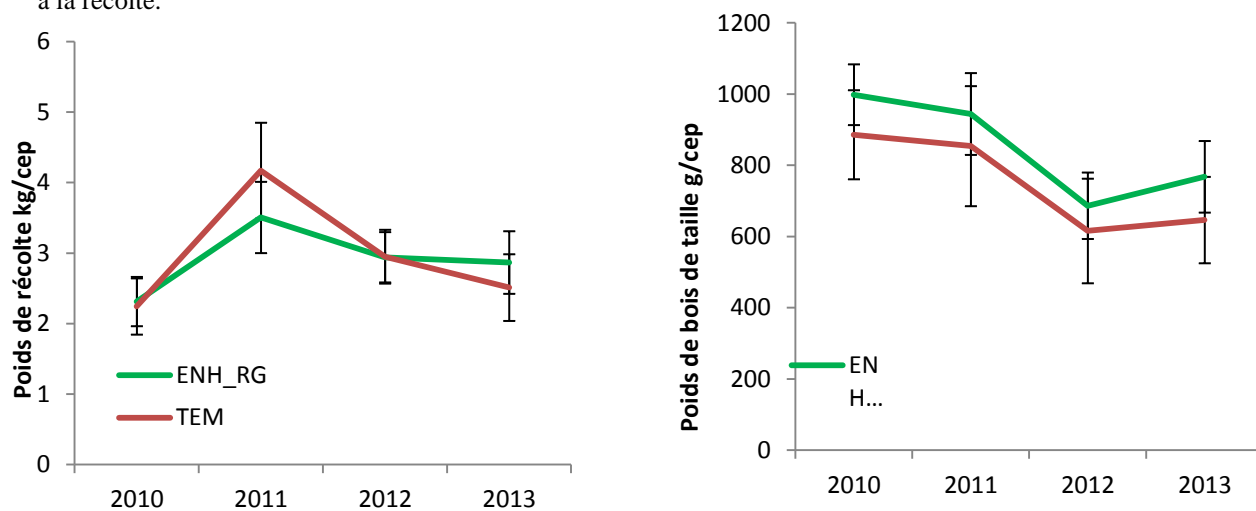


Figure 7. Évolution du rendement par cep et de l'expression végétative

4- BANC D'ESSAI ESPÈCES : RÉSULTATS 2013

4.1- Bilan climatique de la saison : cf. 3.1

4.2- Dynamique des taux de recouvrement

Le suivi est réalisé par estimation visuelle du taux de recouvrement de l'espèce semée, par les adventices, par les résidus végétaux secs (sans distinction entre espèce semée et adventices) et par le sol nu. La fréquence de notation est à peu près mensuelle. Le suivi des taux de couverture met en évidence une bonne réussite des semis, quelque soit l'espèce (cf. Figure 8).

L'enherbement naturel s'est assez vite développé. Il est composé d'espèces variées : légumineuses annuelles, petites graminées annuelle (brome), mais aussi érigerons et laiterons.

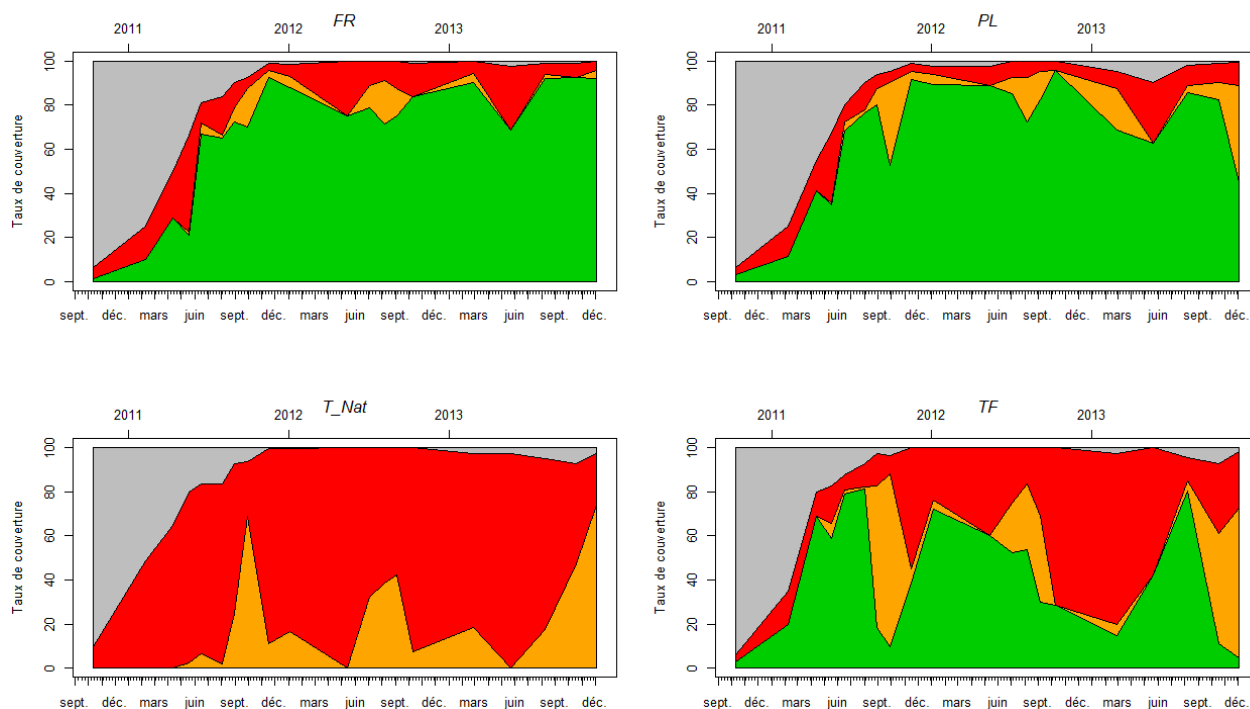


Figure 8. Dynamique des taux de recouvrement sous le rang

4.3- Poids des grappes

Le poids des grappes a été estimé à la récolte par échantillonnage de 80 grappes par modalité. Les poids de grappes sont identiques ($\chi^2_{(3,80)}=5.47$; $p=0.14ns$) quelque soit l'enherbement sous le rang (cf. Figure 9).

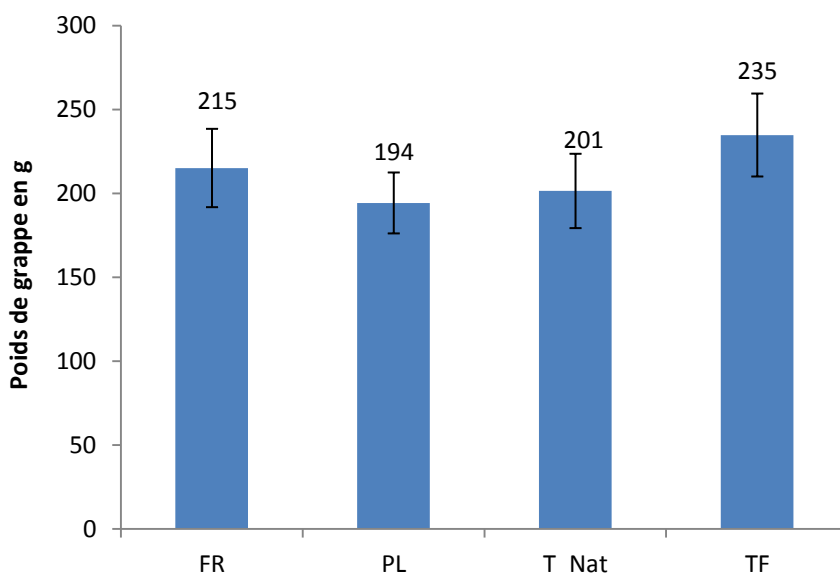


Figure 9. Poids des grappes à la récolte par modalité

Le nombre de grappes par cep n'est pas significativement différent entre les types d'enherbement ($\chi^2_{(3,30.9)}=4.5$; $p=0.21ns$). Au final, le rendement par cep estimé (Tableau 5) de la modalité TF est supérieur aux modalités PL et T_Nat ($F_{(3,108)}=6.2$; $p\text{-value}=0.0006***$).

Tableau 5. *Estimation de récolte par cep*

Millésime	Modalité	Grappes/cep	Poids moyen d'une grappe (g)	Récolte g/cep
2013	FR	9,59 ns	214 ns	2 033 ab
2013	PL	8,68 ns	195 ns	1 688 b
2013	T_Nat	8,41 ns	201 ns	1 704 b
2013	TF	10,13 ns	235 ns	2 374 a

4.4- Vigueur

La vigueur a été évaluée par pesée d'un échantillon de rameaux, à raison de 10 rameaux par bloc, soit 40 rameaux par modalité. Les espèces ne se différencient pas entre elles (Figure 10; $\chi^2(3,40)=3.27$; $p=0.35$).

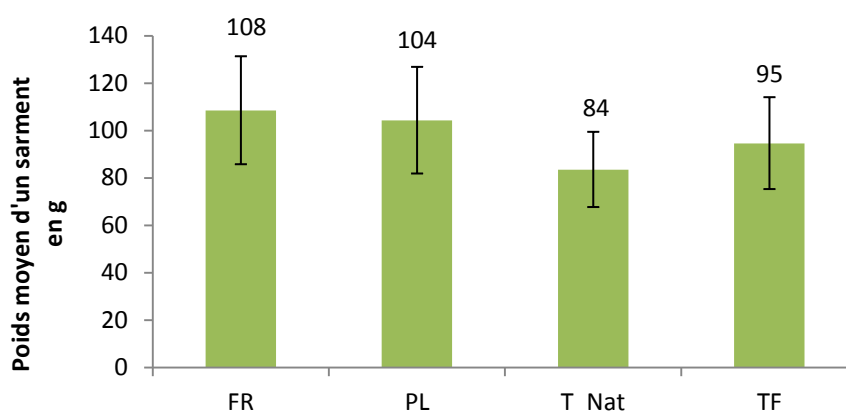


Figure 10. *Résultats des mesures de vigueur sur sarment*

4.5- Statut azoté

À la véraison, les indices N-tester sont statistiquement plus élevés sur les modalités enherbées avec le Trèfle fraise ($F_{(3,9)}=12.4$, $p\text{-value}=0.001**$).

Tableau 6. *N-Tester à floraison et véraison*

Modalité	07/06/2013	08/08/2013
FR	339 ns	349 b
PL	333 ns	346 b
T_Nat	337 ns	370 b
TF	354 ns	422 a

4.6- Caractéristiques des moûts à la récolte

Les caractéristiques des moûts à la récolte sont très proches, quelque soit la modalité d'enherbement. Seules les teneurs en sucres se différencient (Tableau 7). Les teneurs en azote assimilable sont plus élevées pour la modalité à base de trèfle fraise, mais cette augmentation est faiblement significative ($p\text{-value}=0.06$).

Tableau 7. *Caractéristiques analytiques des moûts 2013*

Millésime	Modalité	Poids 200baies g	Sucres g/L	pH	AT g/L	Nass mg/L
2013	FR	434 ns	225bc	3,29 ns	4,78 ns	79 ns
2013	PL	413 ns	239ab	3,33 ns	4,52 ns	72 ns
2013	T_Nat	406 ns	245a	3,37 ns	4,12 ns	80 ns
2013	TF	417 ns	218c	3,34 ns	4,56 ns	105 ns
Test statistiques		$\chi^2(3,4)=1.98$ $p=0.57$	$F_{(3,9)}=12.4$ $p\text{-value}=0.001**$	$F_{(3,9)}=1.8$ $p\text{-value}=0.22$	$\chi^2(3,4)=5.7$ $p=0.13$	$F_{(3,9)}=3.5$ $p\text{-value}=0.06$

4.7- Conclusions

Parmi les espèces testées, seule la fétuque rouge conserve un taux de couverture satisfaisant 3 ans après semis.

Les taux de couverture du plantain corne-de-cerf ont tendance à diminuer, et le trèfle fraise après un pic de croissance en fin d'été a quasiment disparu fin 2013. L'assimilation d'azote atmosphérique par le trèfle fraise (légumineuse) a permis d'améliorer le statut azoté de la vigne : indice N-Tester supérieur à la véraison, et teneur en azote assimilable des moûts plus élevées. Cette amélioration du statut azoté semble avoir aussi entrainer une légère augmentation du rendement sur cette modalité.

5- MISE EN ŒUVRE EN AB : RÉSULTATS 2013

5.1- Bilan climatique de la saison : cf. 3.1

5.2- Dynamique des taux de recouvrement

Les taux de recouvrement sont suivis depuis le semis à l'automne 2012. Les semis se sont bien implantés, avec un taux de couverture global proche de 80% pour toutes les modalités (11 et 12). La présence de trèfle fraise dans les mélanges a permis d'atteindre rapidement de très bon taux de recouvrement, alors que la fétuque rouge gazonnante seule a été plus longue à s'installer. Par contre, le trèfle fraise est plus sensible aux épisodes de sécheresse, et à tendance à régresser en période estivale.

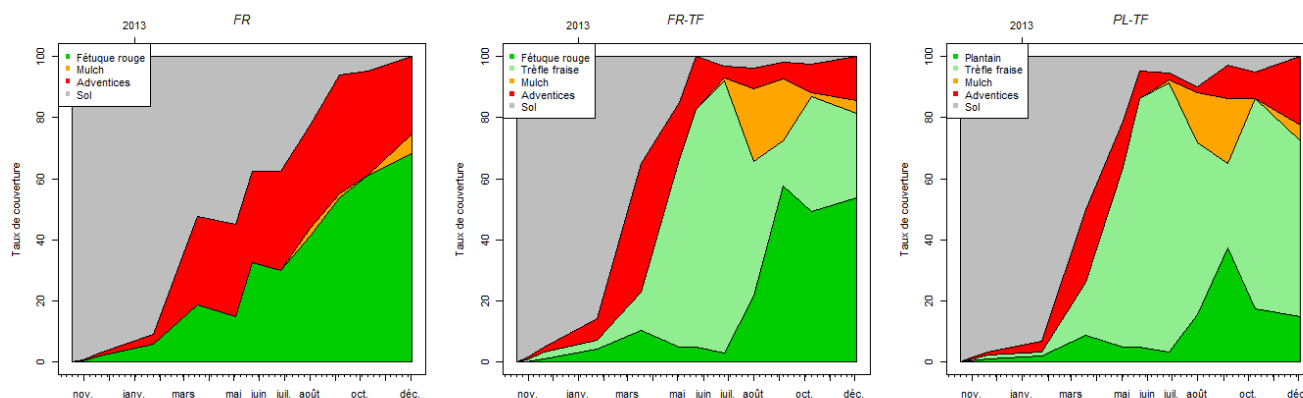


Figure 11. Dynamique des taux de recouvrement sous le rang (Essai en AB)



Figure 12. Photographie de la parcelle expérimentale

5.1- Statut azoté

Le statut azoté de la vigne est apprécié au travers de différents indicateurs : analyses pétiolaires, mesures N-Tester, azote assimilable des moûts.

□ Mesures N-Tester

Le suivi N-tester montre un effet négatif significatif sur les modalités enherbées à la floraison (Tableau 8). À la véraison, les modalités en mélange avec le trèfle fraise ont amélioré le statut azoté de la vigne, avec des valeurs intermédiaires entre la modalité TEM et la modalité en fétuque rouge gazonnante seule.

Tableau 8. Moyenne des mesures de N-Tester par modalité

Modalité	27/06/2013	01/08/2013
FR	483 a	464 a
FR-TF	485 a	507 ab
PL-TF	483 a	485 ab
TEM	516 b	520 b

❑ Analyses pétiolaires

L'absence de répétitions sur les analyses pétiolaires ne permet pas de faire une analyse statistique, mais les résultats montrent que la modalité TEM présente les teneurs les plus importantes quasiment pour tous les éléments minéraux analysés, ce qui traduit sans doute la concurrence minérale exercée par l'herbe.

Tableau 9. **Analyses pétiolaires à la véraison 2013 (%MS)**

Modalité	N total	P total	K total	Mg total	Ca	Na
FR	0,32	0,10	1,48	0,81	2,02	0,05
FR-TF	0,32	0,07	1,34	0,83	1,89	0,05
PL-TF	0,33	0,06	1,27	0,80	1,81	0,04
TEM	0,38	0,14	1,97	0,86	2,16	0,04

❑ Azote assimilable des moûts

Les teneurs en azote assimilable des moûts de la modalité FR sont statistiquement inférieures au témoin à la récolte (Tableau 11). Sur la modalité FR-TF, la teneur en azote du moût n'est pas significativement affectée.

5.2- Composantes du rendement

Les modalités n'ont pas généré de différences statistiques sur les composantes du rendement en 2013.

Tableau 10. **Composantes du rendement**

Modalité	Poids de 200 baies en g	Nombre de grappes par cep	Poids moyen d'une grappe en g
FR	374 ns	12,6 ns	243,6 ns
FR-TF	348 ns	13,4 ns	214,2 ns
TEM	360 ns	12,5 ns	245,5 ns

5.3- Qualité des moûts

Les modalités ont peu affecté les caractéristiques des moûts. La maturité de la modalité TEM est légèrement en retrait, avec une teneur en sucres un peu plus faible et une acidité totale plus élevée.

Tableau 11. **Caractéristiques des moûts**

Date	Modalité	Sucres g/L	pH	AT g/L	Sucres/AT	Nass mg/L
05/09/2013	FR	183 ns	3,38 ns	3,44 a	54 a	31 a
05/09/2013	FR-TF	188 ns	3,36 ns	3,30 a	57 a	46 b
05/09/2013	TEM	180 ns	3,36 ns	4,01 b	45 b	54 b

5.4- Expression végétative

La mise en place de l'enherbement sous le rang a impacté significativement dès l'année de la mise en place la vigne avec une réduction d'expression végétative d'environ -20%.

Tableau 12. **Composantes de l'expression végétative**

Modalité	Poids des bois de taille g/cep	Nombre de rameaux Par cep	Vigueur g/rameau
FR	469a	14 ns	33a
FR-TF	445a	15 ns	30a
TEM	606b	14 ns	44b

5.5- Conclusions

Les enherbement se sont bien implantés, et les taux de couverture sont satisfaisants, ce qui permet la poursuite de l'expérimentation. La concurrence de l'herbe s'est traduite par un statut azoté moins favorable sur les vignes enherbées (diminution des indices N-tester et de l'azote assimilable pour la modalité FR). L'expression végétative (pesées de poids de taille) a été affectée. Par contre, les composantes du rendement sont identiques entre les modalités. Les caractéristiques des moûts sont identiques, sauf pour l'acidité totale plus basse en modalité enherbée.

6- REMERCIEMENTS

Ces expérimentations n'auraient pas été possibles sans la participation et l'implication de nombreuses personnes, qui en sont vivement remerciés :

- Élise Bosse-Platière et Michel Pastouret, respectivement responsable du Domaine Saint-Bénézet et du Domaine Pastouret pour la mise à disposition des parcelles et les contraintes que cela impose,
- Michel Muller, technicien IFV
- Nos financeurs : France Agrimer et la Région Languedoc-Roussillon

