

Enherbement sous le rang
Projet « Zéro Herbicide » Languedoc-Roussillon - 2014

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 2014

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 2014 est caractérisée par un hiver et un printemps doux et relativement sec, les pluies de fin d'hiver permettant toutefois une bonne recharge des sols dans la région avant le débournement. L'été 2014 est plutôt frais et humide avec un excédent pluviométrique important, une demande en eau normale. Les réserves en eau des sols deviennent parfois limitantes en fin d'été. Le début septembre est assez chaud et sec, permettant une bonne maturation mais suivi par une période très pluvieuse et humide contrariant la fin des vendanges.

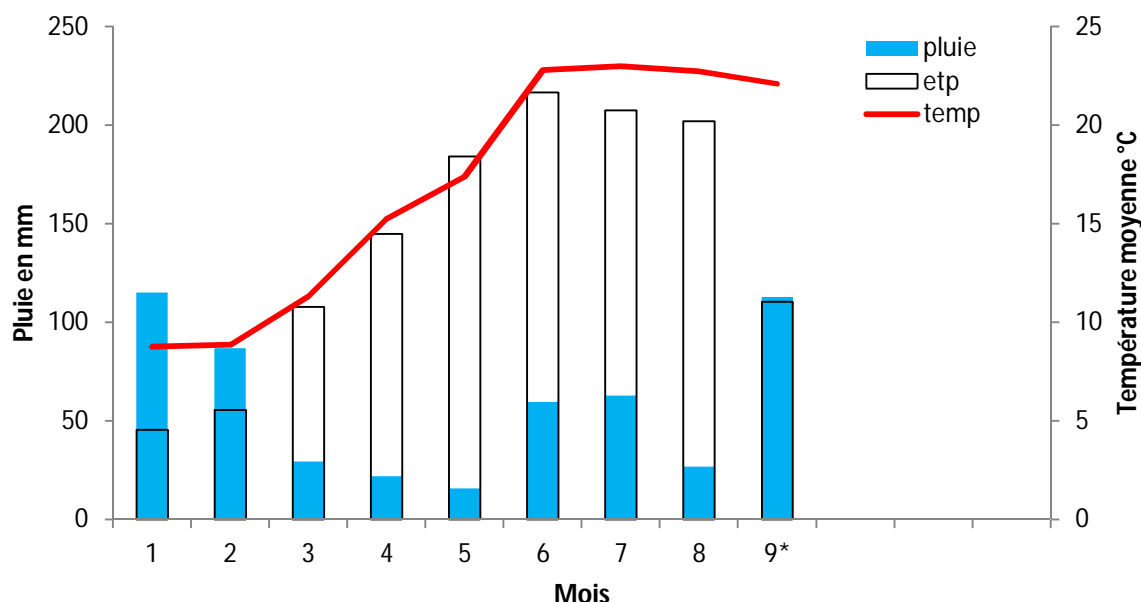


Figure 2. Bilan climatique 2013 (données Météo France). *Septembre : données jusqu'au 20/09/2014

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).

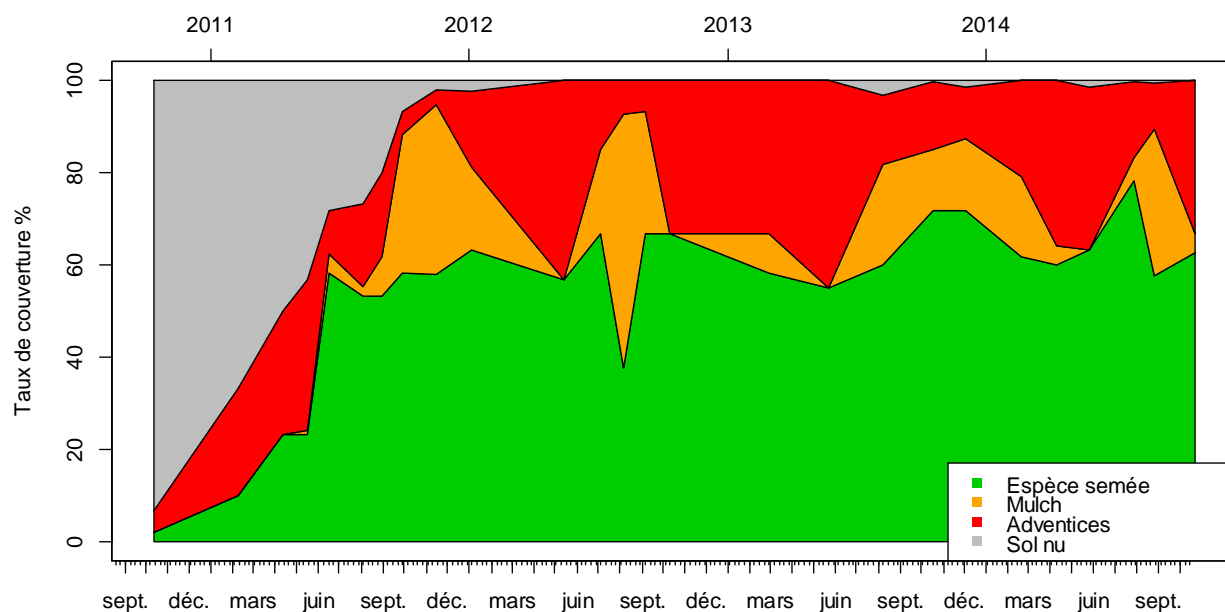


Figure 3. Dynamique des taux de recouvrements sous le rang de vigne

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), et la teneur en eau du sol reste durablement inférieure à celle de la modalité TEM généralement jusqu'à la fin de l'été. L'année 2014 se caractérise par un différentiel marqué entre les 2 modalités tout au long de la saison végétative.

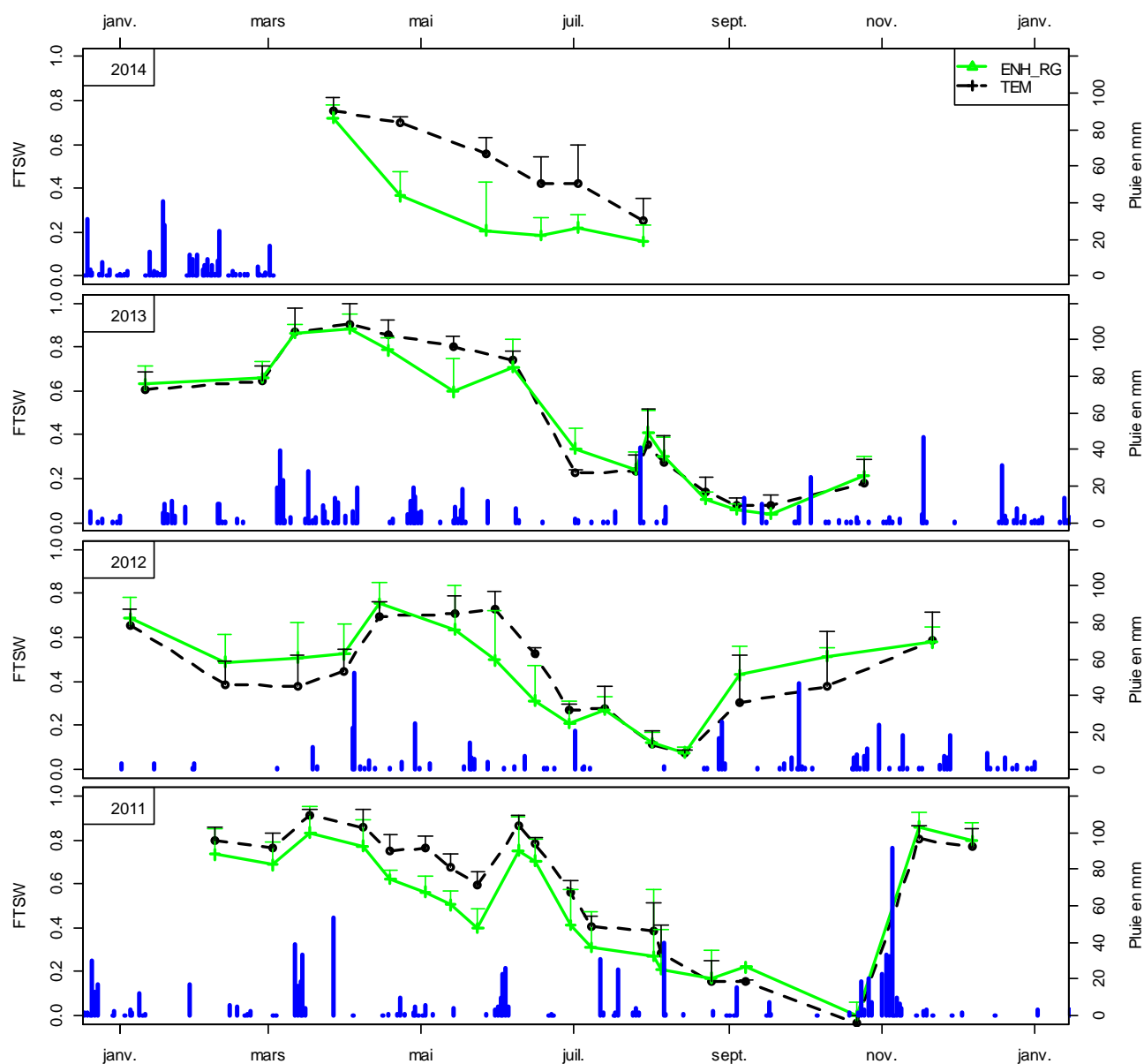


Figure 4. Évolution des teneurs en eau du sol (FTSW) pour chaque millésime.

□ Suivi des températures du sol

Un suivi de la température du sol sous les deux modalités a été mis en place. La température est en effet un facteur clé explicatif du fonctionnement de la vie des sols et des processus de minéralisation de la matière organique. Des sondes de températures ont été placées en surface, à 20cm et à 40cm de profondeur, sous le rang sur chaque modalité. Un enregistreur relève et enregistre les températures toutes les heures. Le suivi a démarré au débourrement, et s'est poursuivi durant la saison. Il a été interrompu début juillet suite à un problème de contact au niveau des sondes. Les températures du sol augmentent du débourrement à la fin de l'été (Figure 5 et Figure 6). Elles sont en moyenne plus élevées de +1.37°C sur la modalité TEM. Les variations sont aussi plus marquées sur la modalité TEM, l'enherbement agissant comme un isolant thermique protégeant le sol de variations de températures trop importantes en particulier à la surface du sol.

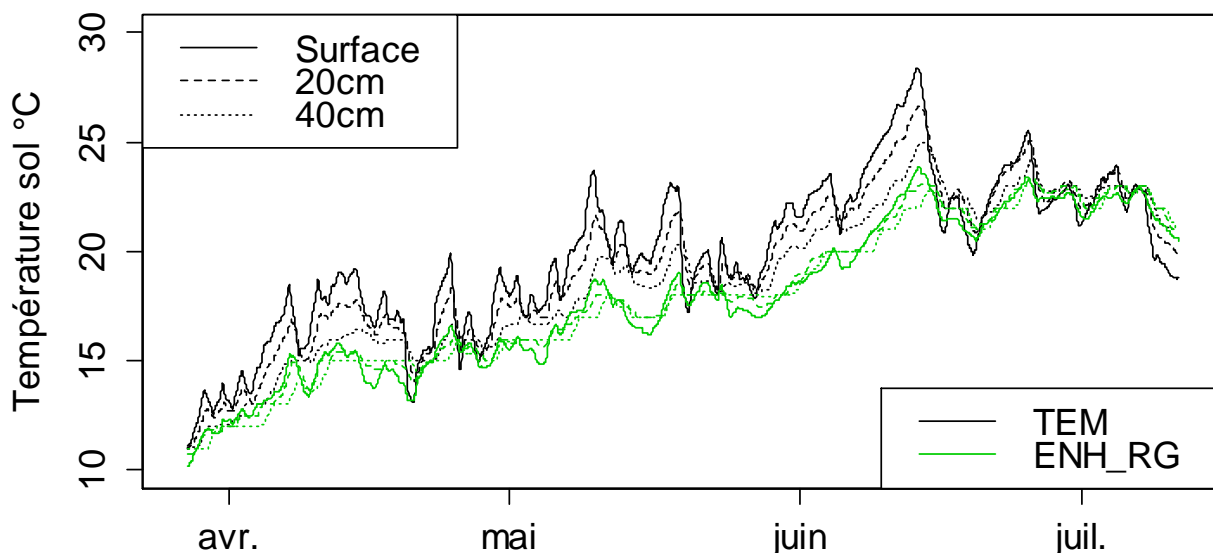


Figure 5. Évolution des températures du sol à différentes profondeurs au cours de la saison printemps-été 2014.

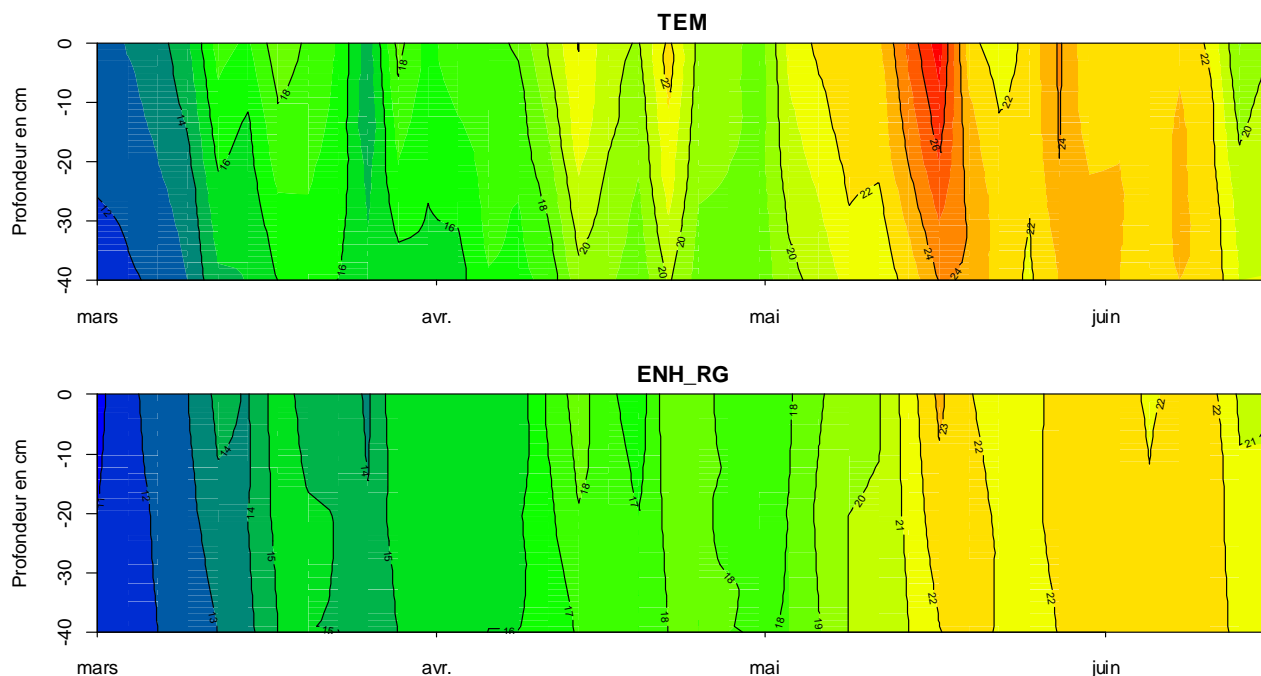


Figure 6. Profils de température du sol au cours de la saison printemps-été 2014

□ 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.

Les mesures de Ψ_b n'ont pas montré de différences en 2014 entre les modalités.

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

Modalité	03/07/2014	07/08/2014
ENH_RG	-0,03 ns	-0,30 ns
TEM	-0,04 ns	-0,31 ns
Test	$\chi^2_{(1,18)}=1.07$ P=0.30	$F_{(1,24)}=0.21$ P=0.65

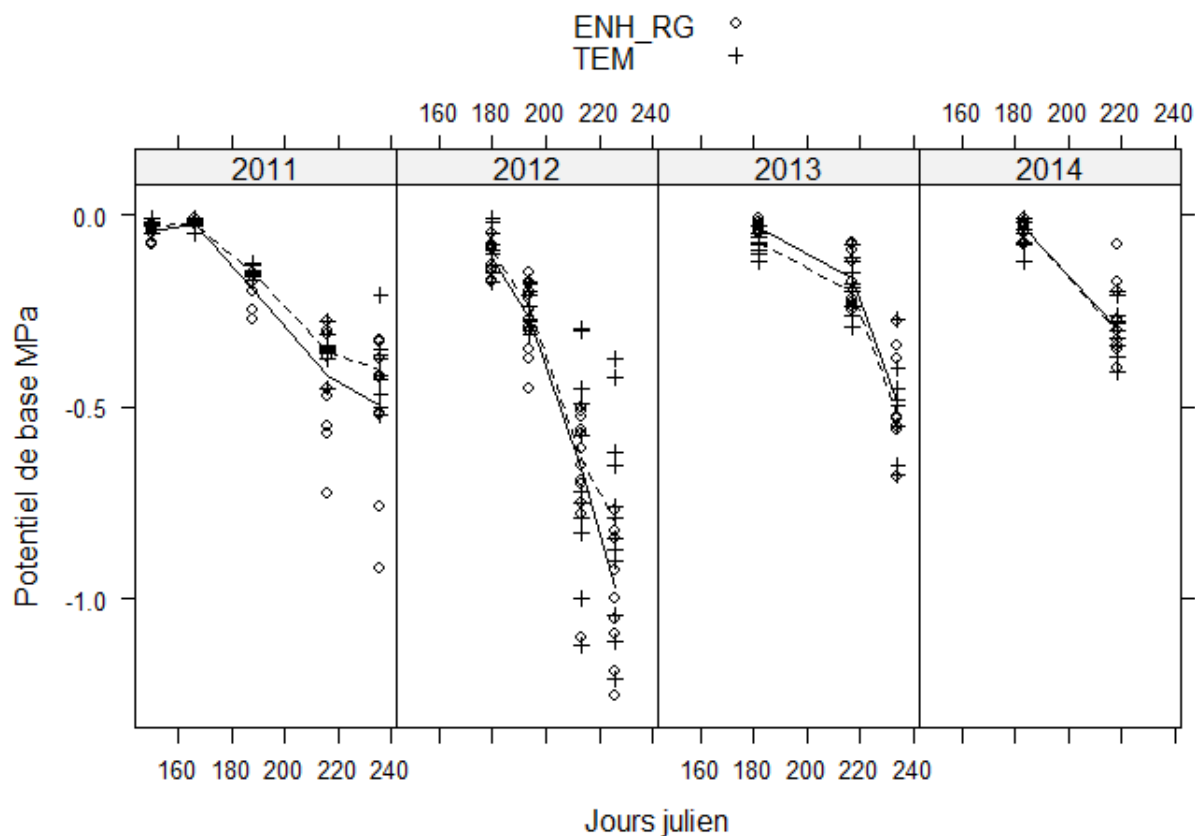


Figure 7. Potentiels de base mesurés sur la parcelle depuis 2011

3.2- Statut azoté

Le statut azoté de la plante a été évalué par des mesures N-tester à floraison et véraison (Figure 8). Le stade de développement et la modalité ont un effet significatif sur les valeurs de N-Tester. L'effet de la modalité n'est significatif qu'à la véraison ($F_{(1,21)}=8.87$, p-value=0.007**), avec des valeurs significativement plus faibles sur les modalités ENH_RG (-6%).

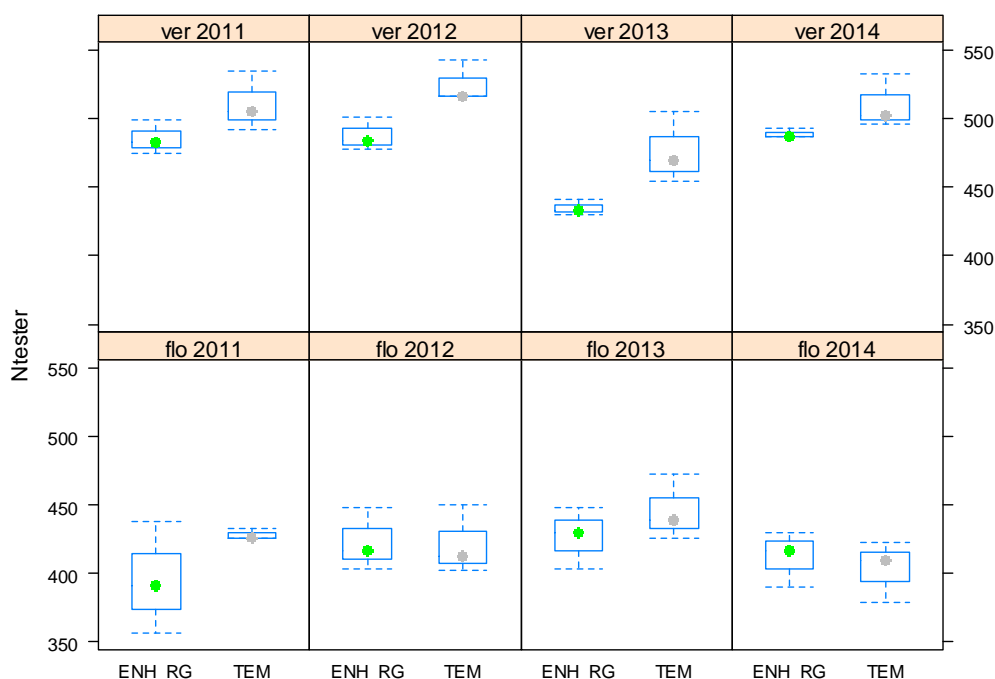


Figure 8. Mesures N-tester à floraison et véraison

3.3- Composantes du rendement

L'enherbement localisé sous le rang de vigne n'a pas entraîné de perte de récolte en 2014, confirmant les résultats des années précédentes.

Tableau 3. Composantes du rendement à la récolte 2014

Millésime	Modalité	Récolte kg/cep	Grappes / cep	Poids /grappe
2014	ENH_RG	2,2 ns	9,0 ns	232,7 ns
2014	TEM	2,0 ns	9,5 ns	201,3 ns

Les caractéristiques des moûts à la récolte sont relativement proches, avec toutefois une modalité ENH_RG moins riche en azote assimilable, et moins riche en anthocyanes, ce dernier point étant à relier avec une maturité légèrement en retard (teneurs en sucres plus faible).

Tableau 4. Caractéristiques des moûts à la récolte

Date	Modalité	Sucres g/L	AT g/L	pH	Nass mg/L	Anthocyanes mg/L
04/09/2014	ENH_RG	230,7 ns	4,8 ns	3,4 ns	143,7 a	1889 a
04/09/2014	TEM	238,5 ns	5,0 ns	3,4 ns	189,3 b	2231 b

3.4- Expression végétative

Les pesées de bois de taille ont eu lieu le 16/12/2014 (Tableau 4). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux modalités, sauf pour la vigueur, plus élevée sur les modalités ENH_RG ($\chi^2(1,30)=6.6$, p.value=0.01*)

Tableau 5. Résultats des pesées de bois de taille

Millésime	Modalité	Poids g/cep	Rameaux par cep	Vigueur (g/rameau)
2014	ENH_RG	840 ns	11.6 ns	76.0 a
2014	TEM	778 ns	11.4 ns	68.2 b

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.

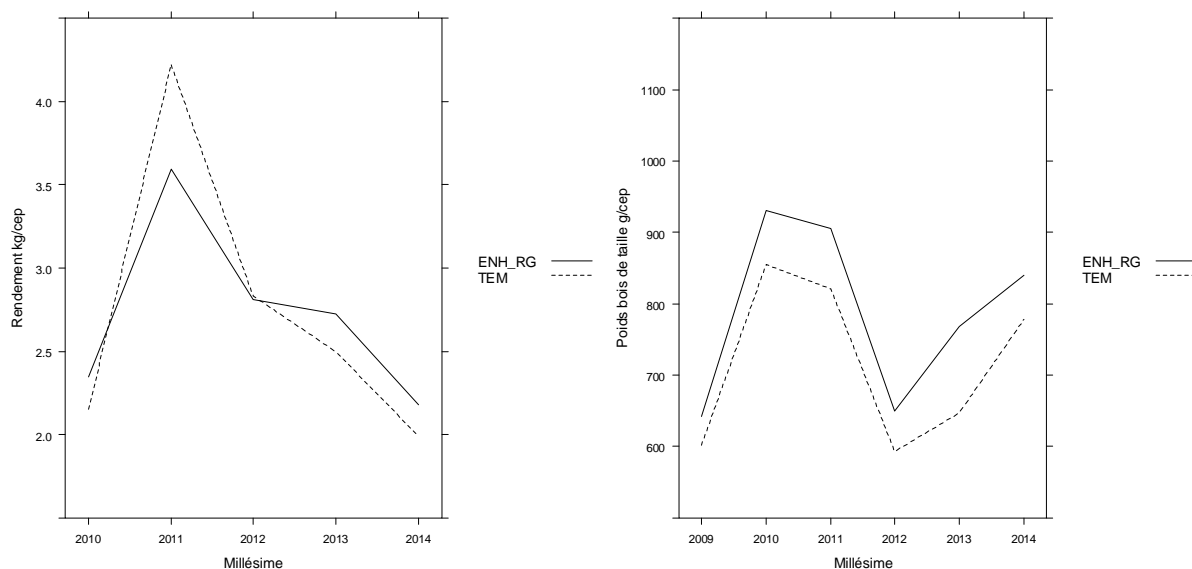


Figure 9. Évolution du rendement par cep et de l'expression végétative

4- BANC D'ESSAI ESPÈCES : RÉSULTATS 2014

L'objectif de cet essai est de comparer le comportement de 3 espèces présélectionnées pour leurs caractéristiques *a priori* favorables à l'enherbement sous le rang de vigne (port couvrant, faible croissance, pérennité).

4.1- Matériel et méthode

Les modalités ont été semées à l'automne 2010. Le sol a été préparé manuellement avant un semis à la volée à la dose de 50kg/ha, suivi par un passage de rouleau. L'inter-rang est en enherbement naturel : au final les modalités sont donc en enherbement total, sur 100% de la surface. L'irrigation a été maintenue sur les placettes. En 2014 l'enherbement de l'inter-rang a été détruit mécaniquement par le viticulteur.

Tableau 6. *Caractérisation des modalités étudiées*

Abbréviation	Nom français	Nom latin
TF	Trèfle fraise	<i>Trifolium fragiferum</i>
PL	Plantain corne-de-cerf	<i>Plantago coronopus</i>
FR	Fétuque rouge gazonnante	<i>Festuca rubra commutata</i> cv.Bargreen
T_Nat	Enherbement naturel	

Le dispositif expérimental est un dispositif à bloc randomisés à 4 répétitions. En 2014, 2 tontes manuelles au rotofil ont été réalisées.

4.2- Bilan climatique de la saison : cf. 3.2

4.3- 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 10). Par contre, dès la fin 2013, plantain corne de cerf (PL) et trèfle fraise (TF) ont quasiment disparus.

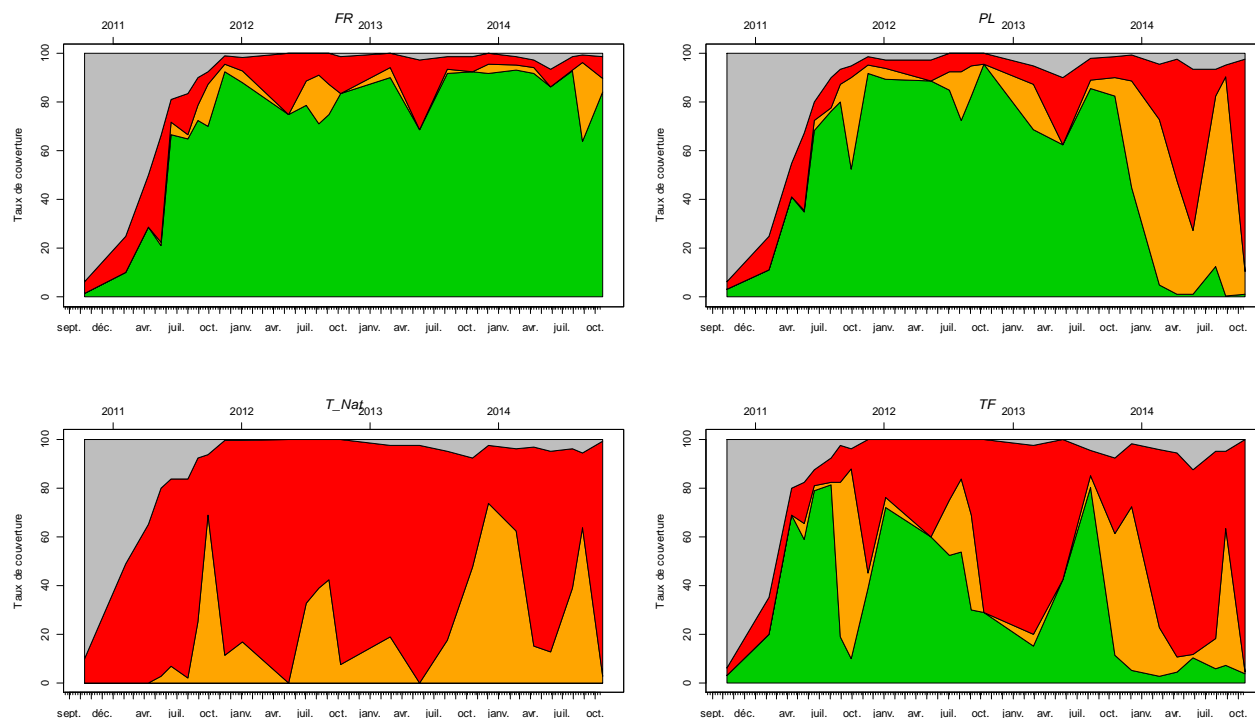


Figure 10. *Dynamique des taux de recouvrement sous le rang*

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

4.4- Statut azoté

À la floraison, les indices N-tester sont statistiquement plus élevés sur les modalités enherbées avec le Trèfle fraise et en enherbement naturel ($F_{(3,9)}=13.99$, $p\text{-value}=0.001^{***}$). Cette différence n'est plus significative à la véraison.

Tableau 7. *N-Tester à floraison et véraison*

Modalité	04/06/2014	31/07/2014
FR	358 a	440 ns
PL	377 a	470 ns
T_Nat	410 b	491 ns
TF	408 b	483 ns

4.5- Conclusions

Parmi les espèces testées, seule la fétuque rouge conserve un taux de couverture satisfaisant 3 ans après semis. Trèfle fraise et plantain corne de cerf ont quasiment disparus après 3 saisons. Le suivi expérimental sera de fait arrêté en 2015.

5- MISE EN ŒUVRE EN AB : RÉSULTATS 2014

5.1- Matériel et méthode

Les modalités ont été semées à l'automne 2012. Le sol a été préparé à l'aide d'un passage d'inter-cep avant un semis à la volée à la dose de 50kg/ha, suivi par un passage de rouleau. L'inter-rang est désherbé mécaniquement.

Tableau 8. *Caractérisation des modalités étudiées*

Abréviation	Nom français	Nom latin
FR	Fétuque rouge gazonnante	<i>Festuca rubra commutata</i> cv.Bargreen
FR-TF	Fétuque rouge gazonnante Trèfle fraise	<i>Festuca rubra commutata</i> cv.Bargreen + <i>Trifolium fragiferum</i>
PL-TF	Plantain corne de cerf Trèfle fraise	<i>Plantago coronopus</i> + <i>Trifolium fragiferum</i>
TEM	Désherbage mécanique intégral	

Le dispositif expérimental est un dispositif à bloc randomisés à 4 répétitions. La modalité PL-TF est suivie uniquement sur les taux de couverture.

En 2014, 2 tontes manuelles au rotofil ont été réalisées. Lors du deuxième passage, les érigréons ont été arrachés manuellement.

5.2- Bilan climatique de la saison : cf. 3.2

5.3- 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 a tendance à régresser en période estivale.

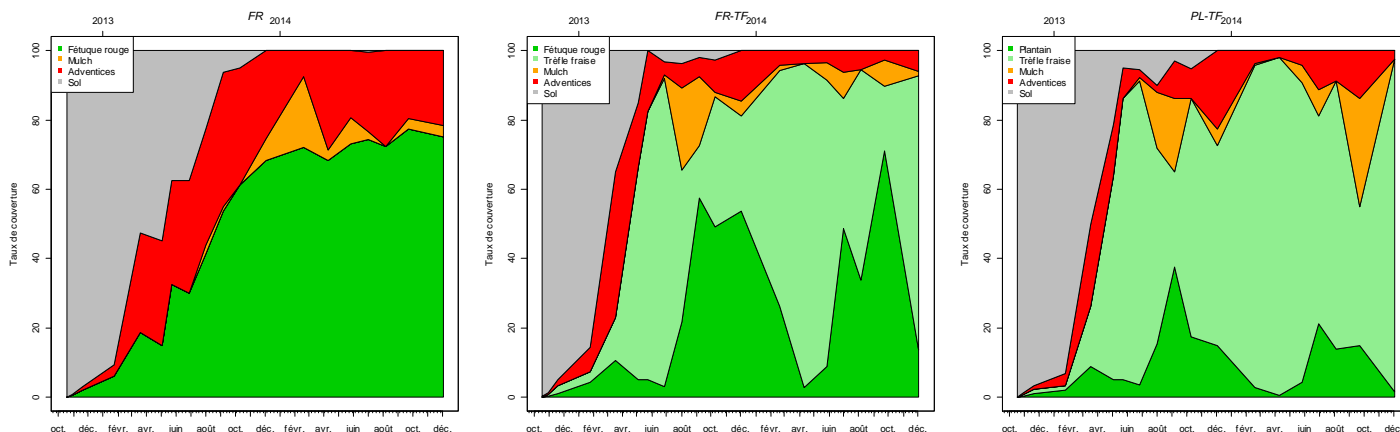


Figure 11. *Dynamique des taux de recouvrement sous le rang (Essai en AB)*

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 ne montre pas d'effet significatif à la floraison (Tableau 9). 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 ($F(3,9)=4.87$, $p.value=0.028^*$). Ces résultats sont concordants avec ceux de 2013.

Tableau 9. *Moyenne des mesures de N-Tester par modalité*

Modalité	04/06/2014	30/07/2014
FR	459 ns	491 b
FR-TF	485 ns	547 ab
PL-TF	466 ns	526 ab
TEM	494 ns	557 a

❑ Analyses pétioles

Les teneurs en P des pétioles se différencient entre modalités, avec des teneurs inférieures dans la modalité TEM par rapport à la modalité FR. Les teneurs en azote sont plus élevées pour la modalité TEM, même si les résultats ne sont pas significativement différents.

Tableau 10. *Analyses pétioles à la véraison 2014 (%MS)*

an	Modalité	Poids_frais	Ntotal	Ptotal	Ktotal	Mgtotal	Ca	Na
2014	FR	0,84 ns	0,24	0,23 a	1,48 ns	0,93 ns	2,59 ns	0,04 ns
2014	FR-TF	0,81 ns	0,30	0,18 ab	1,33 ns	0,92 ns	2,41 ns	0,04 ns
2014	TEM	0,86 ns	0,35	0,17 b	1,71 ns	0,88 ns	2,44 ns	0,04 ns
Test statistique		NS	NS	F(2,6)=6.14 p.value=0.03*	NS	NS	NS	NS

❑ Azote assimilable des moûts

Les teneurs en azote assimilable des moûts ne sont statistiquement différentes du témoin à la récolte (Tableau 12), même si le témoin présente les valeurs les plus élevées. La présence de trèfle fraise a permis de corriger légèrement les teneurs en azote des moûts.

5.2- Composantes du rendement

L'impact de la concurrence de l'herbe a généré une diminution de rendement en 2014 significative pour la modalité FR-TF (Tableau 11). Cette diminution de rendement est principalement liée à un nombre de grappes par cep plus faible.

Tableau 11. *Composantes du rendement*

Modalité	Poids de 200 baies en g	Grappes par cep	Poids moyen d'une grappe en g	Poids par cep
FR	445	13,1 ab	260 a	3,4 ab
FR-TF	406	12,8 b	225 ab	2,9 b
TEM	409	15,3 a	245 b	3,7 a
Test statistique	NS	F(2,84)=2.7 p.value=0.07.	F(2,84)=4.6 p.value=0.01*.	F(2,84)=3.57 p.value=0.03*

5.3- Qualité des moûts

Les modalités ont peu affecté les caractéristiques des moûts (Tableau 12).

Tableau 12. *Caractéristiques des moûts*

Date	Modalité	Sucres g/L	pH	AT g/L	Nass mg/L
05/09/2013	FR	197	3,43	2,70	48
05/09/2013	FR-TF	200	3,44	2,62	64
05/09/2013	TEM	197	3,43	2,91	75
Tests statistique		NS	NS	NS	NS

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 13. *Composantes de l'expression végétative*

Modalité	Poids des bois de taille g/cep	Nombre de rameaux Par cep	Vigueur g/rameau
FR	308b	13.1b	23.8
FR-TF	338b	13.3b	25.9
TEM	414a	15.4a	26.8

Test stat.	$F(2,90)=8.8$ $p\text{-val}=3.2E-4^{***}$	$F(2,90)=7.4$ $p\text{-val}=1.0E-3^{**}$	Ns
------------	--	---	----

5.5- Synthèse pluriannuelle

L'essai étant en place depuis 2 ans, il est encore trop tôt pour constater un rééquilibrage des modalités enherbées, qui sont impactées significativement par la concurrence de l'herbe, que ce soient sur la vigueur ou sur le rendement.

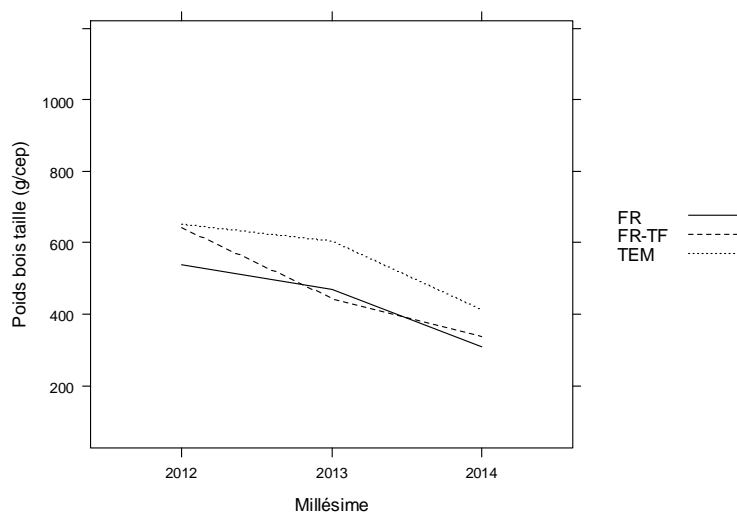


Figure 12. Évolution des poids de bois de taille sur les modalités

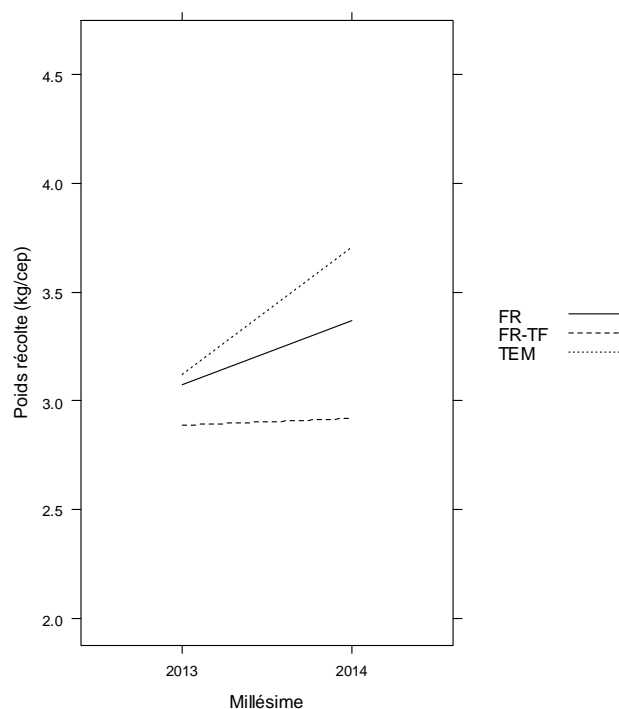


Figure 13. Évolution des poids de récolte

5.6- 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). La présence de trèfle fraise dans l'enherbement a permis de limiter le niveau de concurrence azotée mais n'a pas eu d'effet sur les composantes du rendement. Au contraire, il semble que les rendements sont plus affectés dans les modalités enherbées avec du trèfle fraise. La présence d'herbe a diminué significativement l'expression

végétative des ceps. L'expérimentation doit se poursuivre, en y intégrant la caractérisation de la dynamique hydrique comme élément de compréhension du système.

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

