
Clémentiniers

2013

Evaluation de la méthode sandwich comme système de remplacement des herbicides en verger d'agrumes

Date : avril 2014

Rédacteur(s) : Gilles Tison, Gilles Paolacci, Paul Martin,

Essai rattaché à l'action n° : 06.2009.09

Titre de l'action : Evaluation de la méthode sandwich comme système de remplacement des herbicides en verger d'agrumes

1. Thème de l'essai

La présence ou l'absence d'un enherbement sur le rang, qu'il soit semé ou spontané, a un impact important sur le rendement et la qualité des agrumes, notamment via :

- La concurrence entre le couvert et les arbres pour l'eau et les éléments minéraux en particulier l'azote.
- Le réchauffement du sol au printemps, qui favorise le redémarrage de l'activité végétative des arbres (un sol enherbé a tendance à se réchauffer plus lentement qu'un sol nu).
- Un impact variable sur l'état phytosanitaire du verger (hébergement d'auxiliaires et/ou de ravageurs et de maladies).
- Un effet positif de l'enherbement sur les qualités physique et biologique du sol.

Afin de maîtriser cet enherbement, l'arboriculteur peut choisir :

- De détruire tout couvert végétal sur le rang, via des désherbages mécaniques ou chimiques,
- De maîtriser l'enherbement par fauches, tontes, ou broyages. Dans ce cas le choix d'un enherbement semé permet d'éviter la présence d'espèces adventices particulièrement concurrentielles et/ou difficile à contrôler.

En Corse, le mode de gestion de l'enherbement du rang d'agrumes largement majoritaire est le désherbage chimique. Sur agrumes, principale culture fruitière de l'île, plus de 3 herbicides par an sont réalisés dont un anti-germinatif tôt en saison et deux herbicides de position, notamment du glyphosate. La diminution de ces traitements dans le contexte national et européen de suppression des intrants est aujourd'hui une priorité pour les arboriculteurs corses.

C'est dans cet objectif que l'AREFLEC et le Civam Bio Corse ont mis en œuvre un partenariat visant à adapter une méthode de gestion de l'enherbement du rang alternative, dite Système Sandwich, au verger d'agrumes en Corse.

Cette technique a été mise au point en Suisse par le FIBL, Institut de Recherche en Agriculture Biologique (Tschabold, 2004 et AGRIDEA, 2009). Comme l'illustre la figure ci-contre, cette méthode met en scène sur le rang une bande enherbée, au niveau de la ligne de plantation, laquelle est prise en sandwich entre deux bandes de sol travaillé.

La gestion de l'inter rang n'est, quant à elle, pas concernée ; l'enherbement très fréquent sur cette zone n'est pas considéré comme concurrentiel pour le verger.

Le système sandwich présente plusieurs avantages :

- l'enherbement partiel exerce une concurrence moindre envers les arbres qu'un enherbement total du rang,
- le travail du sol hors de la ligne de plantation est plus rapide et moins dangereux pour les arbres que sur le rang entier,
- les engrais peuvent être incorporés au sol dans les bandes travaillées et ainsi mieux profiter aux arbres.

Sur la ligne de plantation, la bande enherbée peut être naturelle ou semée :

- L'enherbement naturel reste difficile à maîtriser, très variable d'une parcelle à l'autre, donc difficile à apprécier, et peut se montrer concurrentiel.
- L'implantation de la bande enherbée permet de sélectionner un couvert faiblement concurrentiel et tapissant. Ce dernier point est important car le tapis formé par le couvert va limiter la levée de plantules adventices *via* une concurrence pour la lumière.

La plante sélectionnée par le FIBL pour les vergers de pommiers biologiques est l'épervière piloselle, espèce particulièrement tapissante qui présente en plus l'avantage de sécréter des substances allélopathiques qui inhibent la germination de certaines plantes adventices.

Cette espèce est présente en Corse dans les étages montagnards. Son aptitude à pousser en plaine sera évaluée dans le cadre de l'essai. Deux autres plantes, couramment utilisées comme couvre sol seront également testées : le trèfle blanc et le dactyle d'Espagne.

2. But de l'essai

Evaluation préalable de couvre-sol sur le rang dans le cadre de l'adaptation d'une méthode de gestion enherbement alternative, dite Système Sandwich, au verger d'agrumes en Corse.

3. Facteurs et modalités étudiés

FACTEUR :

Le facteur étudié est le couvert implanté dans le cadre de la méthode sandwich

MODALITES :

Deux tranches sont évaluées :

Tranche 1 :

- Ray Grass
- Lotier sauvage,
- Orge
- Alysse
- Dactyle+trèfle,
- Cynodon
- Couvert spontané (témoin)
- Désherbage chimique
- Désherbage mécanique

Tranche 2 :

- Epervière piloselle
- Trèfle blanc
- Dactyle d'Espagne
- Lotier corniculé
- Couvert spontané (témoin)
- Désherbage chimique

Nouvelles modalités implantées en octobre 2013 suite aux observations réalisées sur les deux tranches et à une recherche bibliographique et une consultation des fournisseurs :

- la fétuque ovine en remplacement du Ray Grass
- le lotier corniculé réimplanté
- le mélange « ILO » Dactilis « glomerata amba » + LOIETTO « italico hellen » + LOIETTO « perrenne mathilde » + LADINO « californica » + TRIFOLIUM REPENS HUIA + TRIFOLIUM PRATENSE « star » en remplacement du ray grass.

TEMOINS :

Deux témoins sont intégrés au dispositif, et serviront de références quant à la maîtrise des adventices sur le rang :

Tranche 1 :

- Couvert spontané (témoin)
- Désherbage chimique
- Désherbage mécanique

Tranche 2 :

- Couvert spontané (témoin)
- Désherbage chimique

4. Matériel et Méthodes

– Matériel Végétal

Clémentinier SRA 535 greffé sur Poncirus Pomeroy

– Site d'implantation

Domaine expérimental de l'INRA de San Giuliano (San Ghjulianu)

– Dispositif expérimental

- Blocs de Fisher randomisés à 4 répétitions. Les blocs sont disposés perpendiculairement au sens de la pente (très légère) de la parcelle de l'essai.

- Parcelle élémentaire (voir schéma ci-dessous) : 2 arbres soit 28 m² sur le rang (=8m sur la ligne d'arbres x 3,50m de largeur du rang), dont 8 m² implantés pour les modalités 'sandwich' (=8m sur la ligne d'arbres x 1m de large sur le rang)

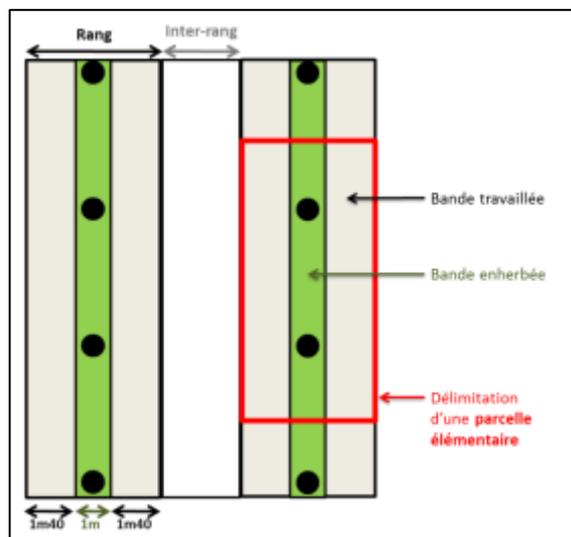


Figure 1 : Délimitation d'une parcelle élémentaire

– Observations et mesures

- Suivi de l'implantation et du développement des couverts semés en 2012
- Relevé de la flore adventice sur le témoin non désherbé
- Sélection et implantation de nouvelles plantes de couverture
- Suivi de la levée
- Récolte, calibrage et analyse des jus en cours

a-Couverture du sol

Sur chacune des zones d'observation, est réalisée l'évaluation du recouvrement du sol par :

- le couvert semé,
- les adventices
- le sol nu

Le pourcentage de recouvrement évalué sert de base à la détermination du coefficient de recouvrement de Braun-Blanquet (Gillet, 2000 ; Hautekèete, 2010). Ce dernier utilise une échelle de 6 valeurs (de i à 5) et est plus simple à évaluer que le pourcentage exact de recouvrement et permet d'obtenir des résultats fiables.

Echantillonnage : Pour chaque parcelle élémentaire, une observation est réalisée. L'observateur devra observer les différentes strates de végétation afin de réaliser une estimation viable.

Fréquence : Ce paramètre est observé 4 fois par an à partir de fin février.

b-Hauteur du couvert

Lors des évaluations du recouvrement, la hauteur maximale du couvert semé est mesurée sur chacune des parcelles élémentaires.

Echantillonnage : Une observation par parcelle élémentaire.

Fréquence : Ce paramètre sera observé mensuellement pendant 2012.

c-Hauteur des Adventices

Lors des évaluations du recouvrement, la hauteur maximale des adventices est mesurée sur chacune des parcelles élémentaires. Les adventices isolées, et non représentatives (ie moins de 3 individus par parcelle élémentaire), ne sont pas prises en compte.

Echantillonnage : Une observation par parcelle élémentaire.

Fréquence : Ce paramètre sera observé mensuellement pendant 2012.

d-Flore adventice

Les espèces adventices présentes sur la parcelle sont identifiées

Echantillonnage : Le relevé est réalisé sur la totalité des parcelles témoins (non désherbées).

Fréquence : un relevé en mai est réalisé

Le taux de présence est évalué visuellement.

– **Conduite de l'essai**

Interventions de désherbages :

Tableau 1 : Interventions de désherbage réalisées sur le rang

	Date	Détails
Désherbage chimique sur le rang (témoin désherbé chimiquement)	11/02/13	Glyphosate
	11/04/13	Glyphosate
	06/05/13	Glufosinate ammonium
Désherbage mécanique des bandes travaillées dans le cadre de la méthode sandwich (modalités sandwich)	13/02/13	Fraise rotative
	17/04/13	Disques
	05/09/13	Fraise rotative

Les interventions mécaniques sont réalisées avec un porte outil intercep avec module fraise rotative ou disque, munis d'un système d'effacement.



Figure 2a : Fraise rotative



Figure 2b : Disques

Fertilisation et irrigation

Les apports NPK sont identiques sur toutes les modalités (150 UN, 45 UP, 90 UK).

L'irrigation par micro-aspiration suspendue a été réalisée de mai à septembre. La dose apportée est calculée selon la méthode du bilan hydrique.

– **Traitement statistique des résultats**

Une analyse descriptive des données a été réalisée.

Une analyse de variance a été conduite pour comparer les modalités entre elles (logiciel statbox, seuil 5%)

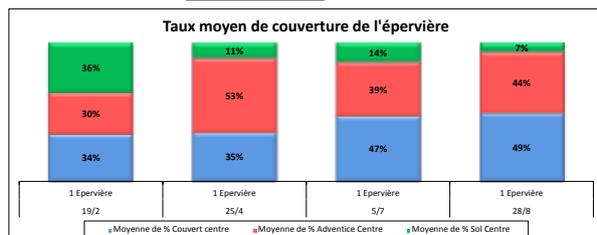
5. Résultats détaillés

1. Développement des couverts

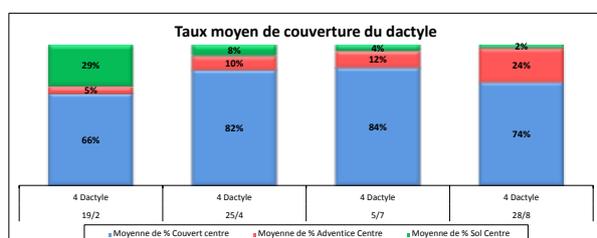
1.1. Couverture du sol

Couverts implantés en septembre 2012

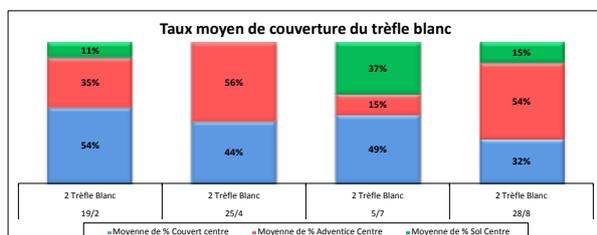
TRANCHE 1



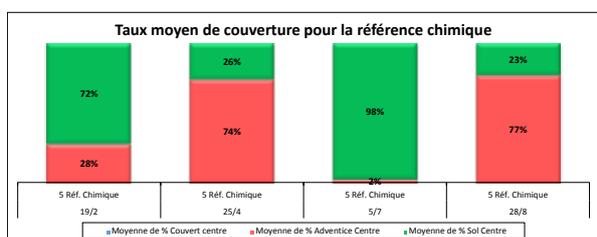
L'implantation de l'épervière en hiver est faible. Elle est croissante mais reste insuffisante au regard du taux d'occupation des adventices.



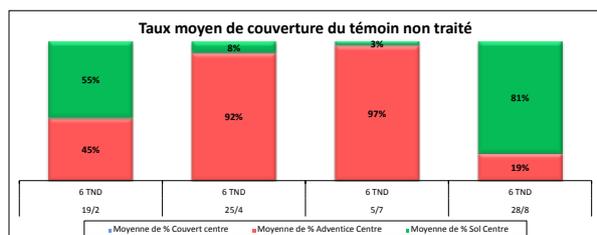
Le dactyle a bien colonisé l'espace dès le mois de février. Il concurrence les adventices, quelle que soit la période d'observation. On observe une légère régression en août (période sèche) au profit des adventices.



L'occupation du trèfle blanc est moyenne en hiver mais elle se réduit, notamment en période sèche.



Les traitements herbicides positionnés avant l'été ont été efficaces pour réguler les adventices. Ceux-ci reviennent rapidement (cf. relevé de fin août).



Les herbicides ont été positionnés au 11/02, 11/04 et 06/05. Le contrôle des adventices pendant cette période est croissant et satisfaisant entre avril et fin juillet.

Les adventices recolonisent rapidement la surface, ne laissant plus d'espace de sol jusqu'en juillet après l'arrêt des herbicides.

Tranche 1	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.083	0.0001	0.0001	0.003
Dactyle	0.054	0.10 C	0.12 C	0.24 B
Trèfle Blanc	0.351	0.56 B	0.15 C	0.54 AB
Epervière	0.302	0.53 B	0.39 B	0.44 AB
Témoin non désherbé	0.449	0.92 A	0.97 A	0.2 B
Référence chimique	0.278	0.74 AB	0.02 C	0.77 A

La comparaison des modalités entre elles sur les 4 dates montre que :

- L'occupation par le couvert implanté dans la zone centrale est significativement plus élevée pour le dactyle, en comparaison des autres modalités (cf. tableau ci-dessous)

Tranche 1	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Dactyle	0.65 A	0.82 A	0.84 A	0.73 A
Trèfle Blanc	0.54 AB	0.44 B	0.48 B	0.3 B
Epervière	0.34 B	0.35 B	0.47 B	0.5 AB
Témoin non désherbé	0 C	0 C	0 C	0 C
Référence chimique	0 C	0 C	0 C	0 C

Taux de recouvrement du semis (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

- L'occupation par les adventices varie en fonction des périodes. Elle est globalement importante dans la modalité non désherbée et la modalité référence chimique (lorsque l'effet de l'herbicide disparaît). Elle reste très contenue dans la modalité dactyle, compte tenu de son niveau de recouvrement (proche de 80%) (cf. tableau ci-dessous)

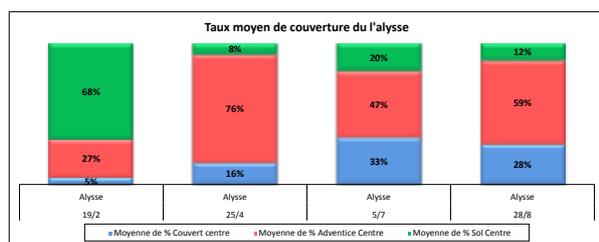
Taux de recouvrement des adventices (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

- Le taux de sol nu varie en fonction des périodes. Il est logiquement significativement supérieur dans la zone traitée chimiquement lorsque le produit est actif. Dans les autres modalités, les résultats ne sont pas significativement différents.

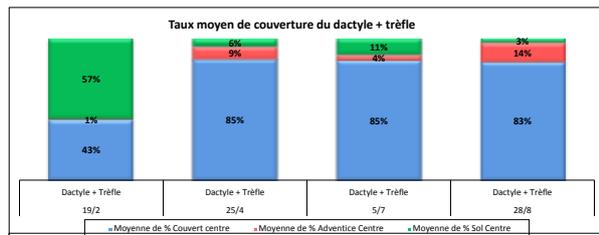
Tranche 1	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.045	0.26	0.0001	0.0001
Dactyle	0.29 AB	0.078	0.04 B	0.02 B
Trèfle Blanc	0.11 B	0.000	0.36 B	0.15 B
Epervière	0.35 AB	0.111	0.14 B	0.06 B
Témoin non dés herbé	0.55 AB	0.083	0.03 B	0.8 B
Référence chimique	0.72 A	0.261	0.98 A	0.02 A

Taux de sol nu (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

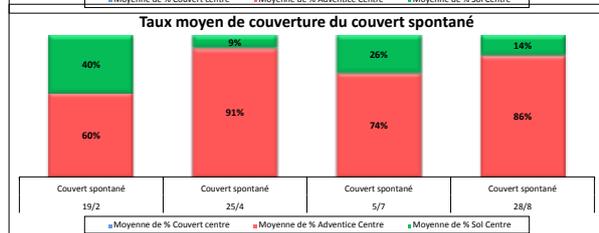
TRANCHE 2



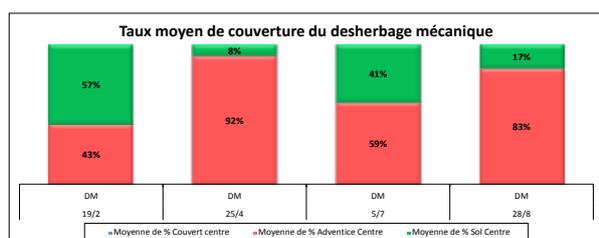
L'Alysse est très faiblement implantée en février. Sa couverture augmente faiblement au fil du temps, laissant la place aux adventices.



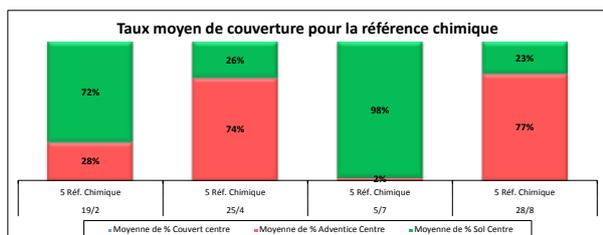
Le taux de couverture du mélange est moyen en hiver. Il est très élevé à partir du mois d'avril et se maintient jusqu'à fin août.



L'implantation du couvert spontané est proche de celle du mélange trèfle+dactyle.



Le désherbage mécanique réalisé les 13/02 et 17/04 ne permettent pas de réduire fortement la couverture par les adventices.



Les dés herbants ont permis de réduire efficacement la couverture par les adventices.

La comparaison des modalités entre elles sur les 4 dates montre que :

- L'occupation par le couvert implanté dans la zone centrale est significativement plus élevée pour le mélange dactyle+trèfle, en comparaison des autres modalités (cf. tableau ci-dessous)

Tranche 2	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Dactyle+trèfle	0.43 A	0.85A	0.85 A	0.83 A
Alysse	0.05 B	0.16 B	0.33 B	0.28 B
Couvert spontané	0 B	0.0 B	0 B	0 B
Désherbage mécanique	0 B	0 B	0 B	0 B
Référence chimique	0 B	0 B	0 B	0 B

Taux de recouvrement du semis (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

- L'occupation par les adventices est significativement supérieure dans les modalités Couvert spontané, désherbage mécanique et Alysse. Elle reste très contenue dans la modalité dactyle+trèfle, compte tenu de son niveau de recouvrement (cf. tableau ci-dessous).

Tranche 2	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Dactyle+trèfle	0.008 C	0.09 C	0.04 B	0.14 B
Alysse	0.27 BC	0.76 A	0.47 A	0.6 A
Couvert spontané	0.06 A	0.91 A	0.74 A	0.86 A
Désherbage mécanique	0.43 AB	0.92 A	0.59 A	0.82 A
Référence chimique	0.046 C	0.37 B	0.032 B	0.23 B

Taux de recouvrement des adventices (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

- Le taux de sol nu est logiquement significativement supérieur dans la modalité traitée au désherbant. Les autres modalités ne sont pas significativement différentes.

Tranche 1	19/02	25/04	05/07	28/08
Pr>F (5%)	0.015	0.0001	0.0001	0.0001
Dactyle+trèfle	0.57 AB	0.06 B	0.11 B	0.03 B
Alysse	0.68 AB	0.08 B	0.2 B	0.12 B
Couvert spontané	0.4 B	0.08 B	0.26 B	0.14 B
Désherbage mécanique	0.57 AB	0.08 B	0.41 B	0.17 B
Référence chimique	0.93 A	0.63 A	0.96 A	0.77 A

Taux de sol nu (%). Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman & Keuls (5%). Anova, différence significative si Pr>F<5%

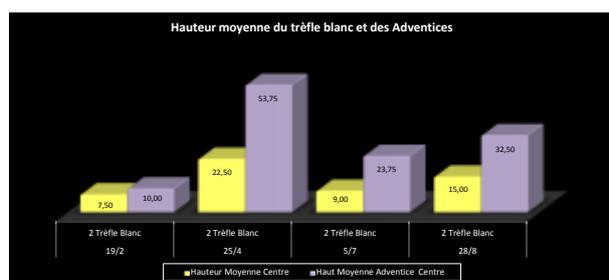
Au bilan des deux essais, le dactyle et le mélange dactyle et trèfle présentent un meilleur taux de recouvrement, stable sur la durée.

1.2. Hauteur moyenne des couverts



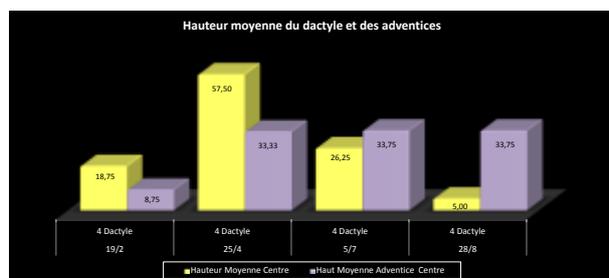
La hauteur moyenne du couvert reste inférieure à 17cm, ce qui est cohérent au regard de l'espèce implantée.

Les adventices présents sont plus nuisibles à la culture puisqu'ils atteignent 45cm.

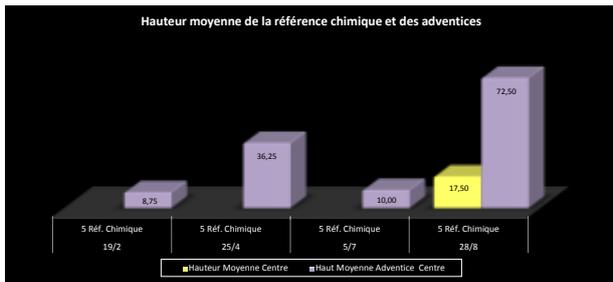


La hauteur moyenne est inférieure à 20cm, ce qui est satisfaisant pour la culture.

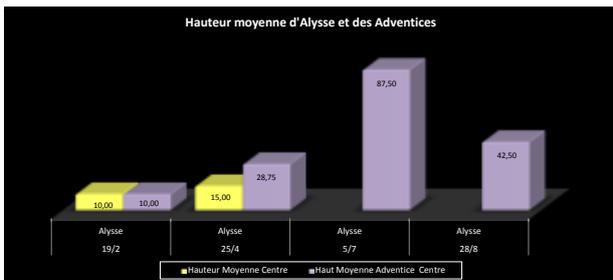
Les adventices restants croissent jusqu'à 55cm, ce qui peut poser un problème à la culture.



La hauteur moyenne augmente au printemps jusqu'à 58cm. En dehors de cette période, la hauteur est adaptée. Les adventices présents ont une hauteur contenue.



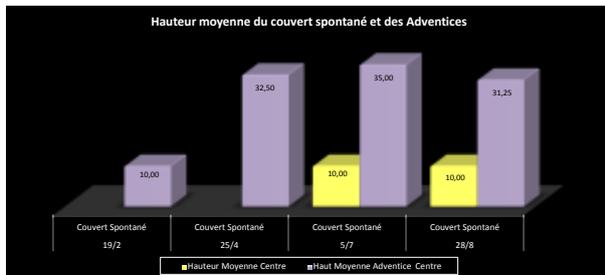
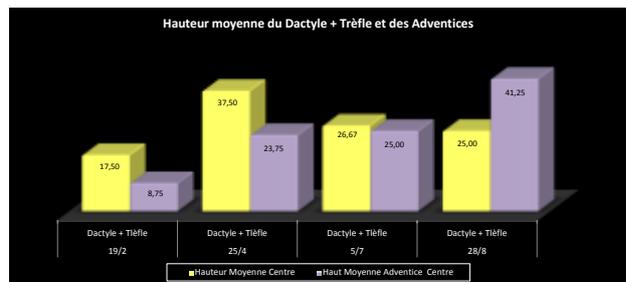
Les adventices qui restent présents ont une hauteur contenue jusqu'à l'arrêt des herbicides. Au-delà, ils ont une hauteur plus importante que dans les autres modalités.



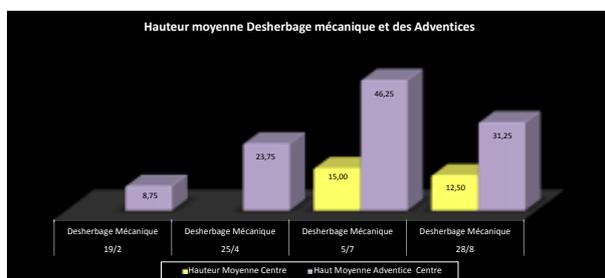
La hauteur du couvert implanté est faible.

Les adventices, comme dans la modalité chimique, sont trop hauts.

Le mélange dactyle + trèfle présente une hauteur admissible inférieure à 40cm. En moyenne, le couvert reste proche ou inférieur à 30cm. Les adventices encore présents restent également proche de ces 40cm.



Le couvert spontané présente une hauteur satisfaisante.



Malgré le désherbage mécanique, les adventices atteignent près de 50cm. Les couverts qui sont intéressants en terme de hauteur et qui sont présents à chaque période d'observations sont le dactyle et le mélange dactyle + trèfle. Le mélange permet de mieux contenir les adventices, sur le plan de la hauteur.

1.3. Flore adventice

Le tableau ci-après présente les adventices observés et leur niveau de présence :

Espèce d'adventices	Niveau de présence
<i>Poa annua</i>	2,8
<i>Medicago polymorpha</i>	2,0
<i>Lolium multiflorum</i>	3,1
<i>Fumaria officinalis</i>	2,0
<i>Anagalis arvensis</i>	1,8
<i>Oxalis corniculata</i>	1,6
<i>Dittrichia viscosa</i>	2,0
<i>Liseron</i>	1,0
<i>Veronica persica</i>	1,0
<i>Veronica arvensis</i>	1,7
<i>Rumex sp</i>	1,0
<i>Viola arvensis</i>	1,0
<i>Avena fatua</i>	2,0

Le pâturin annuel (*Poa annua*) et le ray grass (*Lolium multiflorum*) sont les plus présents.

2. Sélection et implantation de nouvelles plantes de couverture

Trois couverts supplémentaires ont été implantés, la féтуque ovine, lotier corniculé et le mélange « ILO » Dactilis « glomerata amba » + LOIETTO « italico hellen » + LOIETTO « perrenne mathilde » + LADINO « californica » + TRIFOLIUM REPENS HUIA + TRIFOLIUM PRATENSE « star ».

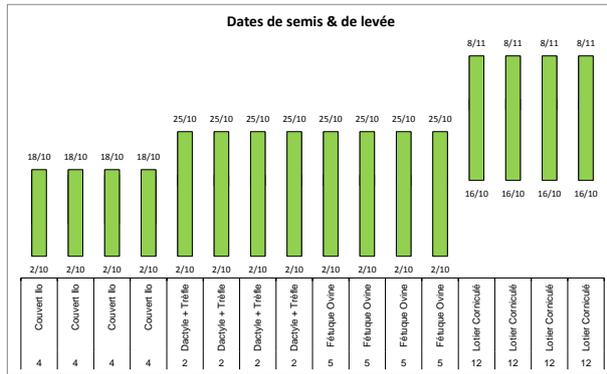
Compte-tenu de la non implantation de l'orge des lièvres, un mélange de dactyle et de trèfle a été réimplanté pour approfondir les observations de ce mélange qui présente les meilleurs résultats.

Les semis ont été réalisés le 2/10/2013 et le 16/10/2013 en fonction des disponibilités des fournisseurs.

Les densités de graines par m² employées ont été :

			Surface par ligne sur Mo2 : (13*4*1,5) = 78 m ²	Surface par ligne sur Mo3 (13*4*3) = 156 m ²
		Densité de semis (Kg/ha)	Densité de semis (Kg/78m ²)	Densité de semis (Kg/156m ²)
Semis le: 1/10/2013	Trèfle blanc nain Canino (type Hollandicum ,variété Milagro)	6,5	0,0507	0,1014
	Dactyle	20	0,156	0,312

3. Suivi de la levée



La vitesse de levée des couverts varie en fonction du couvert. Le couvert « ilo » lève plus rapidement.

6. Conclusions de l'essai

Cet essai a été mis en place en 2011 afin de sélectionner un couvert adapté au système sandwich, méthode alternative au désherbage chimique, en verger de clémentiniers en Corse.

Concernant l'**implantation des couverts** nous retiendrons que le dactyle, seul ou en mélange avec le trèfle blanc est le plus performant : il colonise rapidement la surface, présente une forte densité et limite efficacement les adventices. Le bémol concerne la hauteur, qui peut être problématique à certaines périodes et imposer une tonte.

Les **nouveaux semis** de féтуque ovine, lotier corniculé et mélange « ILO » Dactilis « glomerata amba » + LOIETTO « italico hellen » + LOIETTO « perrenne mathilde » + LADINO « califonia » + TRIFOLIUM REPENS HUIA + TRIFOLIUM PRATENSE « star » ont eu une levée assez rapide et homogène. Leur implantation permettra une évaluation en 2014.

Bibliographie

Perez-Jones A., Park KW., Colquhoun J., Mallory-Smith C., Shaner D., 2005. Identification of glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in Oregon. *Weed Science* 53:775-779.