

**Clémentiniers
2013**

**Evaluation de différentes méthodes de gestion de l'enherbement en
verger de clémentinier**

Date : mai 2014

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

Essai rattaché à l'action n° : 06.2013.01

Titre de l'action : Evaluation de différentes méthodes de gestion de l'enherbement en verger de clémentinier

1. Thème de l'essai

Eléments de contexte

Les impacts environnementaux et sanitaires liés à l'utilisation des pesticides sont bien connus. Face à cette problématique, et aux attentes sociétales associées, de nombreux gouvernements européens ont pris des engagements en faveur d'une diminution du recours à ces produits. On peut par exemple citer le développement du second pilier de la Politique Agricole Commune, l'évolution de la réglementation européenne relative à la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et, en France, le plan Ecophyto 2018.

Ainsi, la diminution du recours aux herbicides apparaît pour les agriculteurs comme une nécessité face à des enjeux à la fois sanitaires, environnementaux, sociétaux, et réglementaires. La résistance d'espèces adventices à certaines molécules herbicides apparaît comme une raison supplémentaire pour limiter leur usage.

En Corse, où l'agrumiculture représente, avec l'oléiculture, la principale production arboricole, le désherbage chimique est toujours le principal moyen de lutte contre les adventices en verger de clémentiniers. Les solutions alternatives sont peu usitées :

- Le désherbage thermique est difficile à mettre en œuvre dans la région, en raison des contraintes réglementaires sur l'écobuage.
- Le désherbage mécanique est encore peu utilisé; les derniers essais réalisés sur clémentiniers ont plus de vingt ans, et n'avaient pas démontré de bénéfices à utiliser le désherbage mécanique. Aujourd'hui, dans ce nouveau contexte, et surtout avec les nouveaux outils disponibles, il semble nécessaire d'évaluer à nouveau cette solution.
- L'enherbement semé du rang est peu pratiqué car les agriculteurs craignent de s'exposer à une nuisibilité du couvert. En effet, en plus des effets directs sur la production liés à la compétition entre arbres et adventices, la présence d'un couvert au sol peut entraîner un retard dommageable de mise sur le marché des clémentines.
- Une solution alternative, le système sandwich, a été mise au point récemment en Suisse. Un travail de sélection de couverts, sur de petites parcelles élémentaires, pour ce système est en cours en Corse. L'évaluation de ce système au champ est nécessaire pour juger de sa viabilité.

De plus, à l'échelle de la filière clémentine de Corse, une diminution des herbicides pourraient constituer un avantage. En effet, cette filière est fragilisée par la concurrence extérieure. Pour rester viable, elle doit proposer un produit de qualité et spécifique. Un des traits typiques de la clémentine de Corse est son acidité. Cependant une diminution de l'acidité des fruits a été constatée ces dernières années, laquelle constitue un risque de perte de typicité du produit (ainsi qu'une diminution de sa capacité de conservation). La gestion de l'enherbement pourrait avoir un impact sur l'acidité des fruits (cf. « Etat des connaissances »). Il apparaît donc nécessaire d'évaluer l'incidence des méthodes de gestions alternatives sur la qualité de la clémentine. Enfin, la qualité environnementale des produits est de plus en plus facilement valorisable. Une production sans herbicide pourrait donc constituer un atout économique pour la filière.

Il apparaît nécessaire d'accompagner les agrumiculteurs corses dans une démarche de diminution, voire d'arrêt, du recours aux désherbants. Pour cela, il est indispensable de leur proposer des solutions alternatives évaluées au champ.

Etat des connaissances sur le sujet

Alternatives au désherbage chimique

Le désherbage chimique est considéré comme efficace pour le contrôle des mauvaises herbes ; il laisse un sol exempt d'adventice, à l'exception des adventices résistantes (Collavo et Sattin, 2010). Ses incidences environnementales (pollution des eaux, dégradation de la biodiversité) ont été clairement mises en évidence (INRA et CEMAGREF, 2005), et la **recherche de solutions alternatives** n'est pas nouvelle.

Le CTIFL (Garcin et Soing, 2008) a publié une synthèse des nombreuses expérimentations conduites en France dans l'objectif de définir des méthodes alternatives au désherbage chimique en arboriculture.

L'enherbement du rang est présenté comme la solution la plus simple, et la plus favorable à l'environnement. Cependant, il doit être pratiqué sur verger adulte avec des espèces peu concurrentielles ; un ajout d'intrants (irrigation et fertilisation) est à prévoir.

Concernant le **désherbage mécanique**, le choix des outils apparaît comme primordial, et dépend des situations. Utiliser plusieurs types d'outils est souvent un atout. Cependant sur jeunes vergers, une telle pratique peut provoquer un retard de croissance et pénaliser la production. La destruction des racines superficielles lors du travail du sol entraînerait une réduction de vigueur des arbres. Enfin, le coût énergétique de cette méthode est présenté comme plus important.

Une autre méthode, dite **système sandwich**, a été mise au point en suisse au début des années 2000 (Tshabold, 2004). Elle 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. Cette méthode qui allie désherbage mécanique et enherbement du rang, est censée effacer certains inconvénients de ces deux méthodes : moins de concurrence du couvert, passage plus rapide des outils, et moins de risque de blessure des arbres. Zoppolo et *al.* (2011), suite à une évaluation au champ, présentent cette méthode comme pertinente et durable, avec des impacts positifs sur la qualité du sol et la biodiversité. Il est apparu cependant qu'elle nécessitait une compensation en fertilisants.

Garcin et Soing (2008) précisent qu'il n'existe pas de solution universelle, mais que différentes méthodes peuvent répondre à des solutions particulières, en fonction notamment de l'âge du verger. Les différentes techniques présentées ci-dessus pourraient être intéressantes sur **verger adulte**, et il apparaît nécessaire d'évaluer leur pertinence pour les vergers de clémentiniers.

Gestion de l'enherbement et qualité des clémentines

En ce qui concerne le clémentinier en Corse, les critères liés à la qualité des fruits est particulièrement important. L'**impact de la gestion de l'enherbement sur la qualité des fruits** est encore mal connu. Bien qu'Abouzienna et *al.* (2008) rapportent des effets sur la **teneur en acide** des mandarines (en Egypte et en Inde), aucune tendance ne peut être établie. Il serait donc intéressant d'évaluer l'impact du mode de gestion de l'enherbement sur la qualité du fruit. Ceci d'autant plus qu'une enquête réalisée en Corse au début des années 2000 (Tison, com. pers) a montré une tendance à la baisse du taux d'acidité des clémentines ces dernières années ainsi qu'une acidité plus forte pour les fruits issus des blocs fruitiers conduits en Agriculture Biologique. Un premier essai a été mené par l'AREFLEC afin de vérifier si le type de fertilisant (minéral en agriculture conventionnelle et organique en AB), pouvait avoir un impact sur l'acidité du fruit (Action 06.2003.05). Les résultats ne permettent pas de montrer l'impact du type de fertilisant. Il serait aujourd'hui pertinent d'évaluer une autre piste, celle du mode de gestion de l'enherbement.

Les outils d'évaluation

Les derniers essais d'évaluation de méthode de gestion du rang sur clémentiniers en Corse ont eu lieu il y a plus de 20 ans. Depuis, les outils disponibles pour la gestion de l'enherbement, ainsi que les critères d'évaluation, ont considérablement évolués. Dans une démarche de développement d'une agriculture plus durable, les aspects environnementaux (Bockstaller et *al.*, 2008) et écologiques (Le Bellec, 2011) ont notamment pris une dimension plus importante. Il apparait d'intégrer ces différentes dimensions de la durabilité dans le dispositif en réalisant des observations adaptées.

Références bibliographiques

- Abouzienna H.F., Hafez O.M., El-Metwally I.M., Sharma S.D., Singh M., 2008.** Comparison of weed suppression and mandarin fruit yield and quality obtained with organic mulches, synthetic mulches, cultivation, and glyphosate. *HortScience* 43(3): 795-799.
- Bockstaller C., Galan M.B., Capitaine M., Colomb B., Mousset J., Viaux P., 2008.** Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale ? *In: Systèmes de culture innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et pour les évaluer.* Reau R., Doré T. (eds.). Educagri Editions, France: 29-50.
- Collavo A., Sattin M., 2010.** Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum* selected in italian perennial crops :bioevaluation, management and molecular bases of target-site resistance. *Weed Science* 53: 775-779.
- Garcin A., Soing P., 2008.** Cultures fruitières : alternatives au désherbage chimique. *Infos-Ctifl* 246: 26-29.
- INRA, CEMAGREF, 2005.** *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux.* Rapport d'Expertise scientifique collective. Paris (France) : INRA ; CEMAGREF. 689p.
- Le Bellec F., 2011.** *Reconception et évaluation des systèmes de culture - Le cas de la gestion de l'enherbement en vergers d'agrumes en Guadeloupe.* Thèse de doctorat : Sciences de la vie : Université des Antilles et de la Guyane, 289 p.
- Parveaud C.E., Fourrié L., Loridat F., Kerdranvat A., Clerc F., Peigné J., Pesty F., Bussi C., Capowiez Y., Védie H., 2012.** Une question ? Un outil ! Présentation de trois outils d'évaluation de la fertilité du sol. *In: Journées Techniques Nationales fruits, légumes et viticulture biologiques* (Avignon, 11-12-13 décembre 2012). ITAB, GRAB, Bio de Provence (eds.), France: 14-15.
- Tschabold J.L., 2004.** Le système sandwich. *Alter Agri* 67: 21.
- Zoppolo R.J., Stefanelli D., Bird G.W., Perry R.L., 2011.** Soil properties under different orchard floor management systems for organic apple production. *Organic Agriculture* 3: 11-18.

2. But de l'essai

Evaluer différentes méthodes de gestion de l'enherbement sur le rang alternatives au désherbage chimique en verger de clémentinier adulte.

3. Facteurs et modalités étudiés

FACTEUR : mode de gestion de l'enherbement.

MODALITES :

- Désherbage chimique (référence).
- Désherbage mécanique.
- Enherbement du rang.
- Système sandwich sur le rang.

NB : l'enherbement de l'inter-rang n'est pas concerné et reste en enherbement naturel identique dans toutes les modalités.

TEMOIN NON TRAITE : Des parcelles témoins, sans intervention de gestion de l'enherbement seront imbriquées dans l'essai.

4. Matériel et Méthodes

➤ Dispositif

- Taille de la parcelle élémentaire : une ligne d'arbres (14 arbres) ;
- Nombre de répétitions : 4.

Le choix du dispositif (blocs de Fisher ou randomisation totale) et le plan de parcelle seront décidés en fonction de la variabilité des données recueillies sur la parcelle de l'essai entre janvier et septembre 2013.

➤ Observations, mesures

Vigueur des arbres

Relevé des circonférences du greffon (15 cm au-dessus du point de greffe) et du porte-greffe (15 cm au-dessous du point de greffe).

Echantillonnage : Cette mesure concerne tous les arbres. Le relevé est réalisé chaque année au même niveau pour chaque arbre (repéré par une marque).

Fréquence - Période : Une fois, avant le redémarrage végétatif (février-mars).

Suivi des ions nitrates et potassium dans le sol

Mesure de la teneur en NO_3^- et K^+ de la solution du sol à l'aide d'outils portatifs (Rqflex / Cardy K meter).

Echantillonnage : Les échantillons de terre sont prélevés à une profondeur comprise entre 5 cm et 30 cm. Pour chaque parcelle élémentaire, 14 prélèvements de terre sont réalisés puis mélangés avant d'être soumis aux analyses.

Fréquence : Trois relevés seront réalisés :

- Avant le redémarrage végétatif (fin février),

- Juin,
- Début août.

Taux de levée des couverts semés (Pour les modalités enherbement du rang et système sandwich)

Nombre de plantules de l'espèce semée par m² semé. Le taux de levée par parcelle élémentaire est apprécié par le rapport entre nombre de plantules levées et le nombre de graines semées sur la surface correspondante.

Echantillonnage : Les comptages seront réalisés sur 0,5 % de la surface de chacune des parcelles élémentaires. Les comptages seront réalisés sur des placettes de 250 cm², dont les positions seront tirées aléatoirement.

Par exemple, ceci représente 10 placettes pour la modalité système sandwich et 38 pour la modalité enherbement du rang. Pour un semis à 600 graines/m² (cas du trèfle blanc), et un taux de levée de 80%, 120 plantules seront comptées par parcelle élémentaire pour la modalité sandwich, et 450 plantules pour la modalité enherbement du rang.

Fréquence : 1 fois, 5 semaines après semis.

Couverture du sol

Evaluation du recouvrement du sol par :

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

Le pourcentage de recouvrement évalué pourra servir de base à la détermination du coefficient de recouvrement de Braun-Blanquet (Gillet, 2000). 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 : Afin de pouvoir comparer la méthode sandwich aux autres techniques, deux zones d'observations sont définies :

- une zone sur la ligne d'arbres, correspondant à la position de la bande enherbée sur le système sandwich (0,5 m de part et d'autre de l'arbre).
- une zone de part et d'autre de la ligne d'arbres, correspondant à la position des bandes travaillées sur le système sandwich.

Fréquence : Ce paramètre sera observé mensuellement à partir de la mise en place du dispositif (d'octobre à décembre).

Production des arbres

Le rendement et la qualité des fruits seront suivie dès 2013, afin de connaître l'état initial de la production.

a. Rendement : Poids des fruits récoltés

- Echantillonnage : Récolte par ligne (modalité).
- Fréquence : Le rendement moyen par arbre est mesuré à chacun des passages de récolte (novembre – décembre).

b. Calibre : Poids en fruits récoltés par classe de calibre (ces classes sont définies dans le cadre de l'IGP 'Clémentine de Corse voir tableau).

- Echantillonnage : Chaque ligne (modalité) est calibrée indépendamment.
- Fréquence : La répartition des calibres par arbre est mesurée à chacun des passages de récolte.

	Calibre	Diamètre des fruits (normes du CEBFL)
Très gros calibre	0	> 71 mm
Gros calibres	1	63 à 71 mm
	2	58 à 63 mm
	3	54 à 58 mm
Calibres moyens	4	50 à 54 mm
	5	46 à 50 mm
Petits calibres	6	43 à 46 mm
	7 et 8	41 à 43 mm

c. Taux de jus : Rapport entre la masse en jus des fruits et leur masse totale. Le jus est extrait par pressage des fruits.

- Echantillonnage : 20 fruits de calibre 3 par modalité, pesés ensemble.
- Fréquence : Mesuré à chacun des passages de récolte.

d. Acidité du jus : Quantité d'acide citrique pour 100 g de jus.

- Echantillonnage : Pour chaque modalité, le dosage est réalisé sur un volume de 5ml prélevé sur le jus de 20 fruits de calibre 3 (après extraction totale du jus des fruits).
- Fréquence : Mesuré à chacun des passages de récolte.

e. Teneur en sucre du jus : Mesuré par réflectométrie

- Echantillonnage : Pour chaque modalité, la mesure est réalisée sur un petit volume prélevé sur le jus de 20 fruits de calibre 3 (après extraction totale du jus des fruits).
- Fréquence : Mesuré à chacun des passages de récolte.

Références bibliographiques

Gillet F., 2000. *La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique*. Documents du laboratoire d'écologie végétale de l'Université de Neuchâtel. 68 p.

Muracciole M., 1981. *Etude de la flore adventice des cultures pérennes en Corse orientale*. Mémoire de fin d'étude de l'Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture de Versailles. 88 p.

➤ Traitement statistique des résultats

Anova, Newman et Keuls (seuil 5%).

5. Site(s) d'implantation et plan de l'essai

Domaine expérimental de l'UE Citrus de l'INRA De San Giulianu.

Le verger support de l'essai :

-Variété : Clémentine SRA 535.

-Porte-greffe : Citrange Carrizo.

-Distance de plantation : 6m x 4m.

- Irrigation : Micro-aspersion sous frondaison.
- Année d'implantation : 2002.
- Superficie de l'essai 1 ha.
- Itinéraire technique de type conventionnel et apport de fertilisants minéraux.

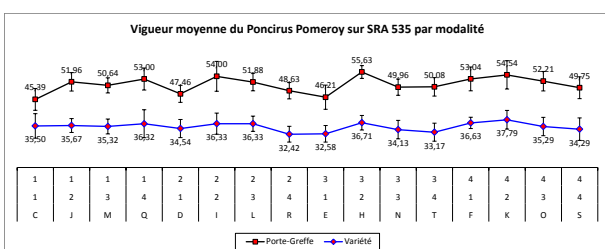
6. Résultats détaillés

✓ Travaux réalisés durant l'année.

- Mesure de la vigueur des arbres et du taux d'affinité entre le porte-greffe et le greffon.
- Suivi de la teneur en NO_3^- et K^+ pour le choix de l'implantation du dispositif expérimental.
- Choix du dispositif.
- Implantation des couverts.
- Mesure du taux de levée des couverts et de la période.
- Récolte et analyse des fruits.
- Temps des travaux.

✓ Résultat des essais.

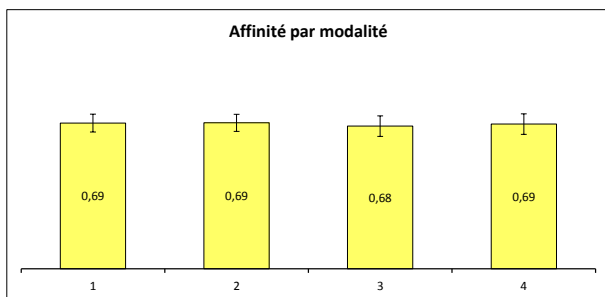
- Mesure de la vigueur des arbres.



Les vigueurs observées du porte-greffe et du greffon sont homogènes.

Figure n°1 : vigueur moyenne des arbres.

- Mesure de l'affinité.



Les affinités moyennes porte-greffe, greffon sont très homogènes.

Figure 2 : affinité moyenne par modalité.

- Suivi de la teneur en NO_3^- et K^+

Deux analyses ont été réalisées en 2013.

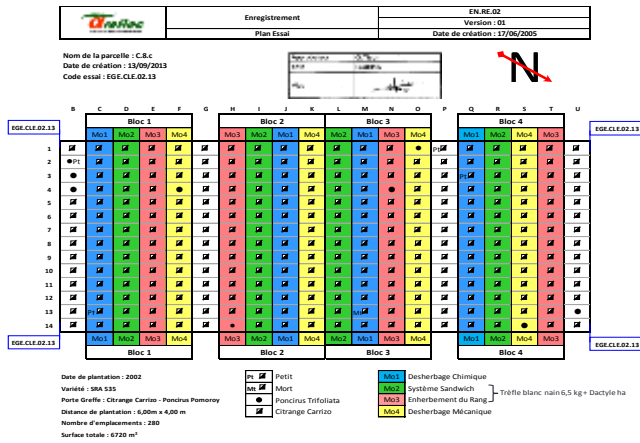
LIGNES d'ARBRES	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
N-NO ₃ en kg/ha	22/04/2013	73	57	58	89	140	158	125	121	270	193	116	122	101	252	155	64	58	58
	15/06/2013	24	8	12	22	35	51	27	45	24	24	24	42	44	36	44			
	Moyenne des deux dates	49	32	35	35	87	105	76	83	147	109	70	85	73	144	100	64	58	58
K+ en kg/ha	22/04/2013	70	29	37	40	33	51	37	48	44	37	48	40	26	51	26	15	33	22
	15/06/2013	15	15	7	11	15	11	15	22	18	15	7	22	22	18	18			
	Moyenne des deux dates	42	22	22	26	24	31	26	35	31	26	28	31	24	35	22	15	33	22

4 blocs ont été déterminés à partir de ces analyses.

Les blocs 1, 2 et 3 sont homogènes. Le bloc 4 devra être suivi attentivement en 2014 vu les différences entre les lignes.

Figure 3 : taux moyen de NO₃⁻ et K⁺ par ligne de plantation.

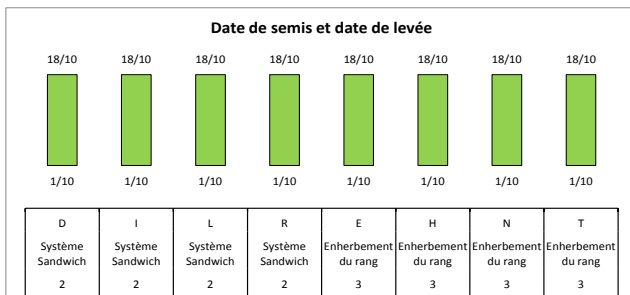
- Choix du dispositif



Le dispositif expérimental retenu est un dispositif en bloc qui tient compte du gradient de disponibilité en éléments fertilisants :

Figure 4 : Dispositif expérimental mis en place sur la parcelle.

- Implantation des couverts et période de de levée



Les couverts ont été semés le 01/10/2013.

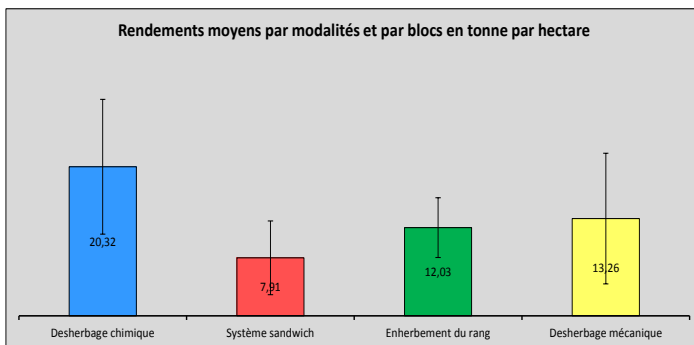
L'ensemble des zones semées ont eu une levée homogène. Le taux de levée sera évalué fin novembre.

Figure 5 : Périodes de levées des semis.

- Récolte et analyse des fruits

La récolte a été réalisée le 19/12/2013 en seul passage de récolte. Cette date tardive a été imposée par les conditions climatiques particulières et par le prestataire des services qui n'est pas intervenu avant. Dans ces conditions, il est difficile de proposer une analyse fine de la variabilité de la qualité des clémentines.

- Rendements et qualité des fruits



Mo1	Mo2	Mo3	Mo4
6,89	3,29	7,97	10,62
27,07	12,79	15,46	26,49
25,26	11,68	15,59	8,06
22,07	3,87	9,08	7,87

Analyse de variance: un facteur

RAPPORT DÉTAILLÉ

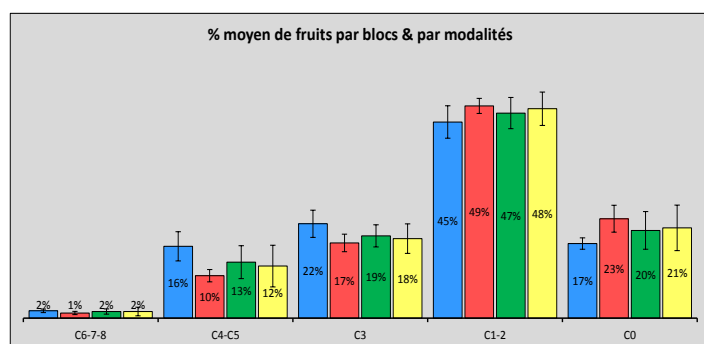
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Mo1	4	81,3	20,3	84,5
Mo2	4	31,6	7,9	25,2
Mo3	4	48,1	12,0	16,5
Mo4	4	53,0	13,3	79,4

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	319,9	3	106,6	2,0746	0,1571	3,490295
A l'intérieur des groupes	616,8	12	51,4			
Total	936,7	15				

Figures 6 : Rendements moyens – résultat de l'analyse de variance, risque 5%

Malgré l'hétérogénéité observée sur le graphe ci-dessus, l'analyse de variance ne permet pas de conclure à une différence significative. Cette observation initiale (T0) devra néanmoins constituer un élément de discussion des conclusions de l'année 2014.



	Analyse de variance (risque 5%), Pr>F
C0	0,426
C1-2	0,451
C3	0,201
C4-5	0,109
C6-7-8	0,731

Figures 7 : répartition par groupe de calibres

Les répartitions par groupes de calibres sont homogènes. Il n'y a pas de différence significative. Nous pouvons noter le taux important de calibres 1-2 (près de 50% de la récolte) qui sont ceux les mieux valorisés sur le plan commercial.

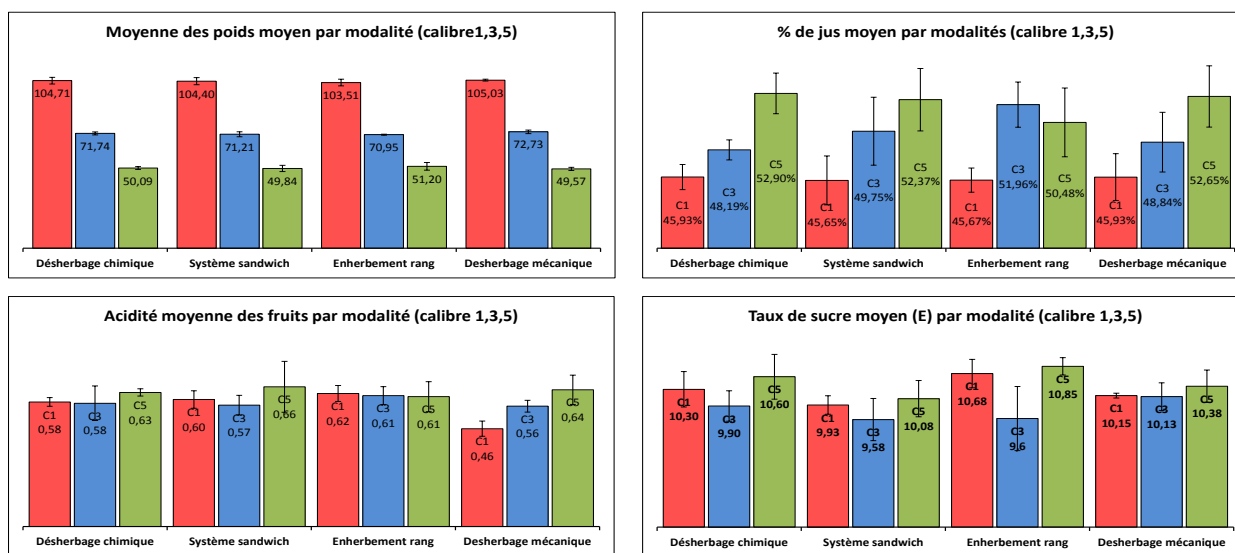


Figure 8 : paramètres de la qualité (poids moyen des lots de fruits analysés), taux de jus, taux de sucre et taux d'acidité

Les poids moyens des fruits est homogène, ce qui valide les analyses de fruits. Le taux de jus des fruits varie en fonction du calibre, conformément aux connaissances sur le sujet. Les taux d'acidités sont lissés par la tardivité de la récolte, tout comme les taux de sucre.

- Temps de travaux.

Le temps des travaux a été enregistré pour chaque modalité et ramené à l'hectare. Ils ont débuté à l'automne, avec l'installation des semis et le travail du sol. Sur la parcelle modalité chimique un travail du sol a été réalisé pour effectuer un T0.

Modalités	* Labour en h/ha	Affinage en h/ha	Semis en h/ha	Recouvrement en h/ha	Total en h/ha
Désherbage chimique	7.50	-	-	-	7.50
Système sandwich	7.50	6.0	3.0	5.0	21.50
Enherbement du rang	7.50	6.0	3.0	5.0	21.50
Désherbage mécanique	7.50	-	-	-	7.50

* labour est un travail superficiel du sol (20 cm de profondeur) avec une houe rotative.

7. Conclusions de l'essai

Suite à la définition du plan d'expérimentation, établie sur la base des observations des niveaux en éléments fertilisants du sol, la mise en place des couverts a été réalisée à l'automne.

L'implantation a été homogène dans les modalités sandwich et enherbement permanent, ce qui confirme les observations réalisées précédemment dans l'essai « système sandwich » sur le mélange dactyle + trèfle blanc.

Les observations de début d'essai (T0) indiquent une légère hétérogénéité entre les modalités sur la variable rendement, dont il faudra tenir compte les années suivantes.

Enfin, il ressort de cette première année que le temps de travaux liés aux différentes modalités sont nettement différents : la mise en place des couverts du système sandwich et de l'enherbement sont identiques et prennent trois fois plus de temps que la gestion mécanique ou chimique.

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.